DISSERTATIO
DE
MARIS ÆSTU

AUCTORE

P. ROGERIO JOSEPHO BOSCOVICH

SOCIETATIS JESU

Matheseos Professore in Collegio Romano.



ROMÆ, MDCCXLVII.

Ex Typographia Komarek in Viâ Cursûs.

Superiorum Facultate.

216



DE ÆSTU MARIS

PARS PRIMA.

1. 
ARIS Æstum explicandum suscipimus, mirum illud naturæ arcanum quod frustra olim diuturnis Philosophorum laboribus conquisitum, ita demum per generalem Nevvtonianam gravitatem innotuit, & in publicam lucem protractum est; ut præcipua ejus phænomena nihilo fere minus quam congressiones syderum, & Solis, ac Lunæ defectus ad calculum reduci possint, & ab ignaris quoque observationum ejusmodi divinari. Non eo tamen consilio id argumentum pertractandum suscipimus, ut quidquid ad hanc rem pertinet proferamus. Ea est enim rerum copia, ea dignitas; ut non angustos tantum brevioris dissertationis limites, sed justi etiam voluminis mensuram excedat. Præcipua quædam capita, & ex quibus reliqua fere omnia pendeant, persequemur. Proferemus phænomenorum historiam, potissimas aliorum sententias innuemus, atque impugnabimus, Nevvtonianam, quam tantus phænomenorum consensus cum principiis, & calculis satis comprobat, illustrabimus.

2. Qua quidem in re, licet omnia fere, quæ ad hanc phænomeni explicationem pertinent, & a *Nevvtono* ipso jam olim in *Principiis Mathematicis Philosophiæ Naturalis* adumbrata sint, & a doctissimis viris *Daniele Bernoullio*, *Mac-Laurino*, *Eulero*, in iis dissertationibus, quæ a Parisiensi Academia præmio donatæ sunt anno 1740., enucleatius tradita, & accuratius definita; illud tamen nequaquam metuimus, ne actum agere videamur. Cum enim haud ita pauca, quæ ii vel minus perspicua demonstratione, vel longiore ambitu, vel

 imple-

implexis calculorum ambagibus perſecuti ſunt, nobis & clara admodum ratiocinatione, & contractiore methodo, & ſolius Geometriæ ac communis Arithmeticæ ope multo facilius, atque ad communem captum accomodatius expedienda ſe obtulerint,& quędam etiam *Bernoullio* potiſſimum, atque *Eulero* ſummis ſanè viris, & immortale in litterariâ repub: nomen meritiſſimè adeptis, minus verè dicta, niſi nos ipſi hallucinamur, exciderunt, omnino corrigenda invenerimus; & demum inierimus rationem ſuperiore anno indicatam, qua quidquid ii ex Telluris motu derivarunt, quem nobis hic Romæ olim a ſacra auctoritate damnatum amplecti omnino non licet, cum Telluris quiete conciliaremus; ſi ea omnia expoſuerimus, & præſtantiſſimis eorum inventis, ubi ad rem noſtram accomodata eſſe videbuntur, adhibitis, rem totam paulo alia methodo fuerimus perſecuti; patebit ſanè ad abſolutam nobiliſſimi phænomeni explicationem nos etiam noſtram veluti ſymbolam contuliſſe.

3. Verum ut iis etiam conſulamus, quos Geometricæ contemplationes deterrere ſolent, vel quibus ſublimior infiniteſimorum Geometria minus familiaris eſt, & quoniam adhuc plus æquo materia excreſcit; diſſertationem ipſam in duas partes dividemus, quarum prima ſecluſis prorſus Geometricis demonſtrationibus phænomena omnia, & phænomenorum explicationes, cauſas, & quantum licebit determinationes etiam dilucidè proponat ob oculos, iis identidem indicatis, quæ in ſecunda parte demoſtrabuntur, atque determinabuntur, ſecunda Geometricas ipſas demonſtrationes, & determinationes proferat. Et in hac quidem prima parte tum Generalem Nevvtoni gravitatem mutuam omnium materiæ particularum, tum noſtram Telluris quieſcentis cum eadem conciliationem paulo fuſius exponimus, & comprobamus.

4. Multa quidem, quæ ad æſtus Marini hiſtoriam pertinent tum apud Veteres, tum apud Recentiores occurrunt. Cæteris tamen omnibus ea præſtant, quæ ſub initium hujuſce ſæculi definita ſunt per Gallicam Oceani oram juſſu Regiæ Scientiarum Pariſienſis Academiæ, ex quâ unâ potentiſſimorum Regum & patrocinio, & opibus ad naturæ potiſſimum cognitionem promovendam feliciſſimè usâ, tanta in univerſam litterariam Rempublicam commoda profluxerunt. Anno nimirum 1701., eadem Academia a Comite *Pontchartrainio* id obtinuit, ut Regia auctoritate juberet per omnes Galliæ portus ad Oceanum ſitos Marini æſtus phænomena diligentiſſimè obſervari juxta Methodum ab Academicis ordinatam, & quoquoverſum tranſmiſſam. Pluribus in locis ab idoneis hominibus labor ſuſceptus, & plures obſervationum Ephemerides ad Academiam brevi tranſmiſſæ; Ex iis inter ſe diligenter collatis *Jacobus Caſſinus* vir doctiſſimus in Commentariis ejuſdem Academiæ Pariſienſis ad annos 1710.,1712., 1713., 1714., 1720. phænomenorum ſeriem eruit, & regulas quaſdam

dam

 217

dam generales constituit, ac tabulas digessit ex sola inductione erutas, & observationibus ipsis confirmatas, quarum ope in singulis portubus hora Marini æstus intra paucorum sæpe minutorum limites prænunciari posset, & magnitudo etiam singulorum æstuum utcumque innotesceret, ea autem huc reducuntur.

5. In primis in tres classes distinguenda sunt, quarum prima contineat mutationes diurnas, secunda menstruas, tertia annuas. Quod ad diurnas pertinet, primo singulis diebus in aperto Oceano bis intumescit mare, bis detumescit. 2. Intumescentia fit aliquanto post appulsum Lunæ ad Meridianum sive supra, sive infra Horizontem; detumescentia paulo post ortum, & occasum, ita tamen, ut hora pendeat etiam a positione Lunæ respectu Solis, nimirum in primo & tertio quadrante mensis Lunaris anticipet, in secundo, & quarto posticipet nonnihil: id vero intervallum in aliis portubus est aliquanto majus, in aliis aliquanto minus. 3. Bini illi æstus Lunâ extra Æquatorem sitâ sunt inæquales ita, ut cæteris paribus in Europa major sit ille, qui habetur Lunâ supra Horizontem sitâ, quando ejus declinatio est Borealis, & qui habetur ea sitâ infra Horizontem, quando est Australis. 4. Mare fere semper celerius ascendit, quam descendat.

6. Quod pertinet ad menstruas. 1. Circa Syzygias nimirum circa Novilunia, & Plenilunia æstus sunt multo majores, circa quadraturas multo minores ita; ut maximi, vel minimi sint primi vel secundi post Syzygias ipsas, & quadraturas. 2. Æstus cæteris paribus multo minores sunt Lunâ recedente ad Apogeum, quam accedente ad Perigeum. 3. Cæteris paribus majores esse solent Lunâ existente in Æquatore, quam extra. 4. Intervalla inter binos æstus sibi post integrum diem succedentes aliquanto minora sunt in Syzygiis, quam in Quadraturis. 5. Multo majus est intervallum inter appulsum Lunæ ad Meridianum, & affluxum aquæ in Syzygiis quam in Quadraturis.

7. Quod demum pertinet ad variationes annuas. 1. Æstus cæteris paribus majores sunt circa Æquinoctia in Syzygiis, quam circa Solstitia, ita tamen, ut maximi sint primi, vel secundi, vel tertii post Æquinoctia. 2. Cæteris paribus in majoribus Solis distantiis a Terra minores sunt, quam in minoribus Syzygiarum æstus.

8. Hæc omnia phænomena vel in iis *Cassini* dissertationibus manifestò exhibentur, vel ex iisdem admodum facilè deducuntur. Illud, quod pertinet ad æstus majores circa Æquinoctia, quam circa Solstitia, potius improbat in iis, quæ proponit annis 1710., & 1712., At anno 1713. notat in observationibus, quæ ei phænomeno videbantur opponi, alias fortasse causas interfuisse, & ipse etiam ibi definit cæteris paribus æstus in Æquinoctiorum Syzygiis majores esse, ac pendere a distantia Lunæ ab Æquatore. Ceterum Phænomenum idem occurrit apud plures tam Veteres, quam Recentiores, ut paulo infra constabit n. 14. Celeriorem Ascensum aquæ, quam descensum, ipse

 qui-

quidem fere ubique notat, quem nos alibi non vidimus. Diurnorum Marinorum æstuum inæqualitatem anno 1713. primum agnoscit, & pluribus observationibus comprobat, tam erutis ex Ephemeridibus ad Academiam transmissis, quam ex observationibus *Collepressii*, & *Sturmii a Nevvtono* adductis.

9. His accedunt quædam alia tum ibi, tum alibi observata. 1. Minora maria, & potissimum clausa undecunque, ac lacus æstu carere: 2. Æstum ad littora, & in angustioribus fretis esse multo majorem, quam in aperto mari, & quidem alicubi inter Angliam, & Europæ continentem ad 50. etiam pedes aliquando assurgere. 3. Alicubi in quibusdam portubus aliqua anni tempestate nullum æstum observari. Id *Nevvtono* teste, *Halleyus* ex Nautarum observationibus narrat contingere in portu *Batsham Tunchinensis* Regni in latitudine Bor. gra. 20. min. 50. ubi in Syzygiis Æquinoctialibus nulli habentur æstus, in Solstitialibus habentur singulis diebus singuli. 4. In aliquibus portubus esse etiam multo plures æstus singulis diebus, quam duos, & eos maximè irregulares. 5. Ventorum impetu, & procellarum vi sæpè æstus ipsos perturbari iisdem tam acceleratis vel retardatis, quam auctis vel imminutis.

10. Multa ex hisce phænomenis etiam apud Veteres erant satis nota, & apud Poetas quoque marini æstus mentio occurrit sæpè. Hunc certe Poetarum quoque Princeps *Virgilius* inter alia vel è Physicâ, vel è Mathesi desumpta tanquam aptissimum carminis argumentum commemorat, quo exponatur *Quà vi maria alta tumescant Obiicibus raptis, rursusque in se ipsa residant. Claudianus* autem analogiam æstus marini, qui in Oceano contingit cum Lunæ motibus ibi adumbravit, ubi de Padi ostiis, & Adriatici æstu loquens sic habet

. . . . Certis ubi legibus advena Nereus
Æstuat, & pronas puppes nunc amne secundo
Nunc redeunte vehit, nudataque littora fluctu
Deserit: Oceani lunaribus æmula damnis

11. *Homero* quoque satis fuisse cognitum Oceani æstum *Strabo* sub ipsum suæ Geographiæ exordium, ubi eum, & primum, & summum Geographum extitisse affirmat, ex eo deducit, quod Oceano reflui appellationem tribuerit odiss. lib. 20. vers. 65. Idem tamen ibi pariter nimirum sub initium libri primi videtur de Oceano perperam intelligere versum 105. lib. 12. odiss., qui de Oceano profecto non loquitur sic enim habet: *Ad eandem solertiam pertinet quod affluxus, & refluxus Oceani non ignoravit, Oceano refluentis appellationem tribuens & ibi*

Τρὶς μὲν γάρ τ' ἀνίησιν ἐπ' ἤματι Τρὶς δ' ἀναῤῥοιβδεῖ
Ter enim eructat quotidie ter autem absorbet.

Quod enim non ter, sed bis, (sive non Τρὶς sed δὶς) *Æstus maris quotidiè accidit, in eo aut aberravit a vero narratio, aut in scriptura mendum*

dum est : certe æstum maris voluit significare Poeta ; ubi *Strabo* ipse & binos in Oceano singulorum dierum æstus sibi esse cognitos manifesto ostendit, & iisdem videtur censere contrarium *Homeri* locum, ac proinde fortasse etiam vitiosum, qui pro binis ternos affirmet.

12. At *Homerus* ibi quidem non de Oceani æstu loquitur satis periodico, & regulari, sed de mira illa Messanensis freti indole, ac de Charybdi potissimum : sic enim habet

Τῷ δ' ὕπο δῖα Χάρυβδις ἀναῤῥοιβδεῖ μέλαν ὕδωρ
Τρὶς μὲν γάρ τ' ἀνίησιν ἐπ' ἤματι, τρὶς δ' ἀναροιβδεῖ
Δεινόν. μὴ σύ γε κεῖθι τύχοις ὅτε ῥοιβδήσειεν
Sub hoc Diva Charybdis absorbet nigram aquam ;
Ter enim eructat quotidie, ter autem absorbet
Horrendè : ne tu utique illuc venias quando absorbet.

13. Plura quoque alia phænomena marini æstus commemorat *Strabo* ipse pluribus in locis, quæ fere omnia ex *Posidonio* desumit, quem & justæ molis opus de Maris æstu scripsisse affirmat, & Lectorem suum ad ipsum, & ad *Athenodorum* remittit, cum dicat : *Nos vero majorem partem quæstionis de Oceano, & Æstu ad Posidonium, atque Athenodorum reiicimus* :

14. Affirmat autem lib. 3. *Posidonium* tradidisse *Oceani motum imitari conversionem cælestem* : agnovisse vicissitudines diurnas menstruas, & annuas : diurnam quidem intumescentiam incipere Lunâ uno signo erectâ supra Horizontem : augeri intumescentiam usque ad appulsum ad Meridianum : tum detumescere maria, donec Luna ab Horizonte distet uno signo : ibi consistere, donec post occasum per unum signum infra Horizontem descendat, & ita porro : ubi *Posidonius* rem aliquanto crassius definivit. Quoniam enim ubi ad maximam intumescentiam vel detumescentiam aqua devenit, incrementa ita exigua sunt, ut sub sensum non cadant ; statum aquæ in maxima depressione Lunâ versante circa Horizontem, accipit pro permanenti quodam statu, nec mutato.

15. Menstruas autem vicissitudines eo reducit, ut æstus in Noviluniis, & Pleniluniis maximi sint, in quadraturis minimi. Et quidem de *Posidonio* eodem ipse *Strabo* : Narrat inquit, se immanem vidisse exundationem fluvii *Bætis* apud *Ilipam* circa Novilunium : *qui cum ante vix usque ad dimidiam ripam madefaceret ; tunc ita fuerit effusus, ut ibi aquarentur milites : abest autem Ilipa a Mari circiter* 700. *stadia : & campestria mari propinqua etiam usque* 30. *stadia in altum fuisse aquis tecta. Altitudo fundamenti, cui Fanum Herculis insistit, & aggeris, qui portui Gaditano præpositus est usque ad* 10. *cubitos occultata, ut mensum se ait.*

16. At de annuis vicibus ex *Strabone* colligitur, eas non rite cognitas *Posidonio* fuisse. Sic enim de eo habet. *Annuas denique Maris vices se a Gaditanis auditu cognovisse ait : ita enim illos tradere,*

A 4 *circa*

circa Æstivum Solstitium recessus, accessusque maris maximè augeri: se verò conjecturam facere, eosdem inde ad Æquinoctium usque diminui, rursumque ad Brumam usque accrescere, ab hac usque ad vernum Æquinoctium descrescere, porroque accrescere usque ad Æstivum Solstitium. Nam quod cæteris paribus Æquinoctiales Syzygiarum æstus sint omnium maximi, non minimi cæteris paribus, id profecto cum ex plurimis Recentiorum monumentis constat, tum etiam ex Veteribus ipsis fit manifestum. Et *Plinius* enim lib. 2. cap. 97. *Naturalis Historiæ* cum aliis phænomenis, quæ paulo infra ex eodem producemus, id ipsum numerat; & Seneca *Naturalium Quæstionum* lib. 3. cap. 28. *ut solet*, inquit *æstus Æquinoctialis sub ipsum Lunæ, Solisque coitum omnibus aliis major undare & Tacitus* lib. 1. Annalium affirmat *sydere Æquinoctii maximè Oceanum tumescere*. Quin immò cæteris paribus & illud ex Gallicis observationibus constat, potius circa Hybernum Solstitium, in quo Sol Perigeo est proximus, quam circa Æstivum, cum is ad Apogeum recedit, majores haberi æstus, quod & apud *Plinium* occurret paulo inferius.

17. Observationes illæ *Gaditanorum*, quibus tota *Posidonii* conjectura nitebatur, fortassè institutæ sunt, quod & *Jacobus Cassinus* suspicatur, eo tempore, quo Perigeum Lunæ erat Cancri signo proximum; ac proinde majores æstus obvenerant tantum iccirco, quod Luna tum temporis in ipso Solstitio æstivo erat Terræ proxima. Nam & *Cassinus* ostendit ex omnibus observationibus, magnitudinem æstus pendere plurimum a distantia Lunæ a Terra, & *Childreyus*, quem *Cassinus* ipse adducit ad annum 1713., notavit in Actis Philosophicis Octobri mense anni 1670., æstus illos, ex quibus maximæ inundationes profluxerunt, semper contigisse in Syzygiis quidem, sed Lunâ Terræ proximâ circa Perigeum. Unde consequitur, si Perigeum Lunæ, quod per Eclipticam excurrit, per eos annos, quibus observationes Gaditanorum institutæ sunt, fuisset in Cancri signo, vel ipsi proximum, debuisse in ipso Solstitio Æstivo tum temporis maximos æstus haberi.

18. Præterea (refert *Posidonius* apud *Strabonem* eodem lib. 3.) Seleucum *quendam a Rubro Mari oriundum in his æqualitatem, inæqualitatemque statuere aliquam pro signorum cælestium ratione: nam Luna in Æquinoctialibus signis hærente æquabiliter illos æstus fieri: in Solstitialibus autem, & quantitate, & celeritate inæquali, eamque inæqualitatem in reliquis signis locum habere pro eo, atque unumquodque eorum ad dicta propius accedit.* Quæ quidem Seleuci observatio pertinet ad æqualitatem vel inæqualitatem binorum æstuum eodem die contingentium, prout Luna in Æquatore fuerit vel extra ipsum, quam ex *Cassino* posuimus tertio loco num. 8. Quanquam eam a *Posidonio* malè intellectam fuisse apparet ex ipso *Strabone*, qui de eodem *Posidonio*: *Ipse autem*, inquit, *se memorat, Gadibus in Herculis*

lis templo fuisse sub ipsum æstivum Solstitium in Plenilunio per aliquot multos dies, neque tamen anniversarias istas mutationes potuisse deprehendere. Neque enim eæ sunt anniversariæ mutationes, sed diurnæ, vel ad summum menstruæ; cum Luna totum Zodiacum singulis mensibus percurrat. Ceterum *Posidonius* ipse cum affirmet à certo limite post ortum, & post occasum, intumescentiam incipere, & itidem in certo limite ante ortum, & ante occasum desinere; simul manifesto affirmat eandem temporis inæqualitatem, quam *Seleucus* protulerat. Luna enim æquali tempore infra, ac supra Horizontem moratur, si in Æquatore sit; inæquali, si extra ipsum.

19. Et in iis quidem *Posidonius* ipse aberasse videtur: at & ipse *Posidonius*, erravit; & *Strabo* lib. 7. Nam & hic ab eo narrat reprehensum *Clitarchum* affirmantem immensam quandam celeritatem marium, se aliquando cum maximo impetu effundentium ad littora, & eundem *Clitarchum* reprehendit ipse, sic habens. *Male etiam Clitarchus equites narrans accursum maris spectantes, citatis equis refugisse, & pene fuisse a fluctu obrutos: neque enim tanta celeritate accedere mare deprehendimus, sed sensim, & latenter*. Intumescentia quidem marium paulatim crescit, & sine impetu. Ac proinde *ad littora, quæ descensu præcipiti ad mare profundum & apertum spectant, aqua sine impetu effluendi, & remeandi attolli, & subsidere potest, ut Nevvtonus* etiam notavit, *at in portubus quibusdam aqua cum impetu magno per loca vadosa, & sinus alternis vicibus implendos, & evacuandos influere, & effluere cogitur ... His in locis mare magna cum velocitate accedendo & recedendo littora nunc inundat, nunc arida relinquit ad multa milliaria*. Neque enim, ubi brevi intervallo mare ad multa milliaria effunditur ad littora parum declivia impetu sane multo majore, quam ubi fluvii altiores ruptis aggeribus erumpunt, & *cum sylvis armenta trahunt*; mirum videri debet, si quandoque vix, aut ne vix quidem citati equi præsidio liceat irruentis undæ cursum prævertere, atque impetum evitare. Quod quidem cum pluribus aliis in locis, tum potissimum ad *Cambajæ*, littora ubi, ut referunt Nostræ Societatis Patres, & Scriptores alii teste *Ricciolio Almagesti* lib. 9. sectione 9. cap. 14. *Mare horis 2. se in littus effundens occupat 30. circiter leucas: sed alibi 15. milliaria, & tanta quidem rapiditate; ut nisi homines, cymbalis admoniti concitato cursu fugiant, præmergantur ab æstu: refluente autem binis horis Mari, plurimæ Naves in sicco hærent destitutæ*. Id ipsum profecto contigisse debuit in ingenti illa exundatione quam *Posidonius* a se conspectam narrat, ut vidimus, qua ad 30. stadia, nimirum ad quatuor fere milliaria, Oceanus in campos sibi conterminos irrumpit.

20. Sed ut ceteros omnes omittamus, *Plinius Naturalis Historiæ* lib. 2. cap. 97. omnium Veterum accuratissimè descripsit præci-

pua

pua omnia e phænomenis, quæ Gallicis observationibus usus *Cassinus*, ut vidimus, definivit. Ibi in primis agnoscit nexum phænomenorum cum Luna, & Sole. *Æstus maris accedere, & reciprocare maximè mirum: pluribus quidem modis, verum causa in Sole, Lunaque.* Tum diurnas exponit variationes: *Bis*, inquit, *inter duos exortus Lunæ affluunt, bisque remeant, vicenis, quaternisque semper horis;* quod ita explicat, ut ab ortu ad appulsum ad Meridianum intumescant maria, tum usque ad occasum detumescant, & iterum intumescant; donec Luna ad Meridianum infra Horizontem deveniat, ac detumescant usque ad ortum. Affirmat autem senis horis æqualibus id fieri, quod quidem, ut verum sit, de horis Lunaribus intelligi debet, nimirum de iis, quarum 24. sint ab uno appulsu Lunæ ad Meridianum ad alium, & Lunâ existente in Æquatore; nam aliter inter utrumlibet appulsum ad Horizontem, & binos appulsus ad Meridianum inæqualia sunt temporis intervalla. Hinc ad menstruas variationes transiens, *Multiplex, ait etiamnum Lunaris differentia, primumque septenis diebus*, ita, ut in Plenilunio & Novilunio sint maximi, in Quadraturis minimi æstus.

21. Agnoscit etiam incrementum, & decrementum æstuum pro minori, vel majori distantia Lunæ a Terra. sed in eo errat, quod putet in signis Borealibus Apogeum esse, in Australibus Perigeum. *Planè eàdem Aquilonià, & a Terris longius recedente minores, quam cum in Austros digressa propiore nisu vim suam exercet.* Nisi forte eo maximè anno, cum hæc Plinius scriberet, eam potissimum positionem habuit Apogeum. Addit præterea: *per octonos quoque annos ad principia motus, & paria incrementa centesimo Lunæ revocantur ambitu.* Mirantur hìc plures a *Plinio* usurpari octo annos non novendecim, & *Cassinus* ad annum 1713. rationem desumit a motu Apogei quod post nonum, & ante decimum annum ad easdem Cœli plagas regreditur emenso toto Zodiaco. At *Plinius* profecto Octoeteridas illas celeberrimas *Atheniensium* respexit, sive cyclum annorum 8. continentium Lunares menses 99. Nam Novilunia, ac Plenilunia centesimi Mensis Lunaris, si minus accuratè in easdem horas incidunt, ac primi; incidunt tamen quamproximè fere in eosdem dies, ac proinde & maximos æstus & eadem æstuum intervalla fere ad eosdem mensium dies reducunt.

22. Ad annuas variationes jam gradum faciens: *augente*, inquit, *eà cuncta Solis annuis causis, duobus Æquinoctiis maximè tumentes, & Autumnali amplius, quam Verno, inanes verò Bruma, & magis Solstitio.* Videtur prima fronte debere in utroque Æquinoctio res eodem modo se habere cæteris paribus; & quidem per hæc nostra tempora fere ita contingit; cum Apogeum Solis parum distet ab initio Cancri; ac proinde in utroque Æquinoctio fere æquè Sol distet a Terra. Verum illud considerandum: *Plinii* temporibus Apogeum ipsum

ipsum 20. circiter gradibus erat Occidentalius initio Cancri. Quare Vernum Æquinoctium erat multo propius Apogeo, quam Autumnale; & id discrimen multo etiam majus debuit esse vetustioribus temporibus, quibus ii floruerant, ex quibus hanc ipse *Plinius* doctrinam hausit. Cum igitur in majoribus a Sole distantiis viderimus cæteris paribus minores haberi æstus, hoc *Plinianum* phænomenum ab eo ipso non discrepat: ac multo etiam clarius patet, ab eodem illud non discrepare, quod circa Æstivum Solstitium tam proximum Apogeo, fuerint magis inanes æstus, quam circa Hyemale proximum Perigeo.

23. Addit autem quod supra monuimus: *Nec tamen in ipsis, quos dixi temporum articulis, sed paucis post diebus, sicuti neque in plena, aut novissima* (Luna), *sed postea: nec statim ut Lunam Mundus ostendat, occultetve, aut media plaga declinet, verum duabus fere horis Æquinoctialibus serius, tardiore semper ad terras omnium quæ geruntur in Cœlo effectu cadente, quam visu, sicut fulguris, & tonitrus, & fulminum.*

24. Demum a generalibus phænomenis ad quædam singularia delapsus affirmat, in Oceano multo majorem esse æstum, quam in minoribus maribus, ut & in lacubus, aut fluviis nullos; esse locum, in quo septies etiam die ac nocte æstus reciprocatio habeatur: esse puteos, vel fontes, qui augeantur crescente æstu, esse qui decrescant, & alia ejusmodi: ex quibus omnibus patet, quam in hoc argumento diligenter Plinius se gesserit.

25. Hæc quæ ex nonnullis tam Recentiorum, quam Veterum monumentis phænomena marini æstus protulimus, ad causam determinandam viam sternent. Illud tamen hic cavendum vel maximè: ne cum ordinatissimis marini æstus phenomenis confundantur, motus marium alii, quos generant seu venti, & procellæ, seu influentium fluviorum impetus, seu procursus illi marium, quos vulgo dicimus *le correnti*, quacunque demum a causa ortum ducant.

26. Quod ad causas pertinet, plurimas tam Vetustiorum, quam Recentiorum sententias *Ricciolius* collegit, *Almagesti* lib. 9. sect. 4. cap. 14. quarum pleræque absurdæ, omnes vel cum ipsis pugnantes phænomenis, vel ita vagæ, ac crassæ, & principiis aliunde non constantibus innixæ; ut illud unum ritè deducatur ex iis omnibus, quod initio diximus, frustra olim in hoc naturæ arcanum diuturnis Philosophorum laboribus inquisitum. Quamobrem a tanta veræ causæ assignandæ difficultate perterritus *Seneca Naturalium Quæst.* lib. 3. cap. 28. ad fatum confugit, ubi de aqua loquens, *Hujus elementi materia*, inquit, *fatis mota, non æstu (nam æstus fati ministerium est) attollit vasto sinu fretum, agitque ante se*. Eas sententias persequi, ac singulas impugnare, nec per tempus licet, & laboris esset sane improbus, ac prorsus inutilis.

27. Cele-

27. Celebriores postremis hisce temporibus fuerunt *Galilæi*, *Cartesii*, *Kepleri* opiniones, quas & Cassinus ad annum 1713., e Recentioribus solas una cum Nevvtoniana commemorat. *Galilæus*, causam desumpsit a combinatione motus diurni, & annui. Nimirum cum Terræ motus diurnus in partibus Solem spectantibus sit contrarius motui annuo; in partibus autem aversis conspiret cum eodem; affirmavit, singulis diebus Terræ superficiem in motu suo accelerari, tum retardari; & inde consequi, ut aqua ad littora affluat, & refluat per vices eodem pacto, quo si vas aqua plenum transferas & acceleres, ac retardes per vices, videbis aquam ad margines jam affluere, jam refluere. At nec si ejusmodi reciprocus motus consequi deberet ex acceleratione illa, & retardatione; is consentiret cum phænomenis diurnis æstuum, ut multo minus, quæ ad cætera explicanda adiicit, cum observationibus consentiunt: & quod caput est, ille reciprocus motus ex acceleratione, ac retardatione superficiei Terrestris nullus sequi debet. Nam illud in Mechanica certum jam est, & facile demonstratur, motum respectivum partium systematis quotcunque corporum, non turbari a motu æquali adjecto partibus omnibus versus quancunque plagam. Nec vasis exemplum quidquam evincit. Refluit aqua in vase, si acceleretur vas, & simul eâdem vi non acceleretur aqua, sed ab ipso vase celeritas illa major aquæ ipsi communicanda sit. Contra in Telluris diurno motu causa eadem, quæ continentis partes accelerat vel retardat, nimirum, quæ annuum conservat & diurnum motum, eadem & in aquam immediatè agit, eandemque tantundem accelerat, vel retardat.

28. *Cartesius* per vortices rem expedit, & Lunæ pressionem ac vorticum ipsorum angustias in subsidium vocat. Inde fieri putat, ut aqua sub ipsa Luna comprimatur, & cogatur ad latera quoquoversus diffluere ad distantiam unius quadrantis. At præterquam quod in iis, quæ ad menstruas, & annuas vices explicandas adduntur, arbitrariæ ubique hypotheses hypothesibus superingerendæ sunt, nec adhuc satis feliciter explicantur phænomena; Vortices ipsos nullos esse plane demonstrant cum alia plura argumenta, quorum nonnulla persecuti sumus in *Disquisitione in Universam Astronomiam* edita anno 1742., tum potissimum Cometarum motus, qui dum liberrimè quaquaversus excurrunt, Vorticum hypothesim prorsus evertunt. Accedit, quod Luna in ipso vortice innatans, & cum eo translata in gyrum, nec ulla alia gravitate prædita (ad evitandam enim gravitatem ipsam potissimum vortices excogitati sunt), nullam sane pressionem exercere potest in partes vorticis sibi subjectas; nec si quam exerceret, pressio globuli tam exigui respectu tantæ vorticis massæ in hac tanta distantia effectum ederet, qui sensu perciperetur.

29. *Keplerus* ad Lunæ magnetismum confugit, & aquas in Lunam

nam elevari affirmat, in quam abirent, nisi a gravitate in Terram cohiberentur. Consentit quidem ipsum motus principium cum generali *Nevvtoni* gravitate, quam *Keplerus* ante ipsum adumbravit; at qua potissimum ratione universalis gravitas e naturæ phænomenis validissima argumentorum vi colligi possit, ac quo pacto ex ea & universi Planetarum, ac Cometarum motus, & alia plurima naturæ phænomena deducantur, & ad calculum revocentur, omnino ignoravit; ut ignoravit genuinam quoque ipsius marini æstus explicationem ex mutua generali gravitate derivatam, & intumescentiam potissimum in locis Lunæ oppositis prima fronte cum attractione aquarum in Lunam omnino pugnantem.

30. *Nevvtonus* Gravitatem generalem adhibet ita, ut ex ea, & ex motu Telluris diurno circa proprium axem, menstruo circa commune gravitatis centrum cum Luna, annuo circa Solem, mirum fanè in modum deducat præcipua omnia æstus marini phænomena *Principiorum* lib. 3. Nos, ut ejus explicationem secuti eandem illustremus, ac perficiamus juxta ea, quæ diximus num. 1. Statuimus hæc tria. Existere in Natura gravitatem generalem Nevvtonianam: 2. ex ea in sententia Telluris motæ necessario consequi phænomena omnia marini æstus, & quidem præcipua ex iis etiam satis accuratè ad calculum revocari. 3. Telluris quietem nec hujus phænomeni explicationi obesse, nec universæ Astronomiæ mechanicæ *Nevvtonianæ*, iis adjectis, quæ superiore anno in dissertatione de Cometis exposuimus, quæ quidem cum nullis pugnent aut naturæ phænomenis, aut rationibus, & si Terræ quies ut datum quoddam assumatur, positivis & validissimis argumentis probentur.

31. Generalis *Nevvtoni* gravitas huc reducitur. Omnes materiæ particulæ æquales in se mutuo æqualibus viribus gravitant, in æqualibus distantiis; auctis autem distantiis decrescit gravitas in ratione reciproca duplicata distantiarum, sive reciprocè ut quadratum distantiæ, vel ita ut in dupla distantia sit bis duplo seu quater minor, in tripla ter triplo sive novies, in decupla decies decuplo sive centies, & ita porro, quæ omnia idem sonant. Hinc quo plus materiæ corpus aliquod continet paribus distantiis, eo gravitas alterius corporis in ipsum est major; & generaliter gravitas hæc variatur in ratione composita ex ratione massæ, in quam tenditur simplici directa, & reciproca duplicata distantiæ; ita tamen, ut totius corporis gravitas in aliud corpus æstimetur colligendo summam virium omnium, quibus quævis particula prioris gravitat in singulas particulas posterioris redactarum ad eandem directionem elisis oppositis, & iterum colligendo summam virium jam collectarum, quibus singulæ partes prioris gravitant in totum corpus posterius, reducendo tamen has etiam ad directionem eandem; quo pacto si varietur massa corporis gravitantis, variabitur cæteris paribus in eadem ratione etiam ejusdem

pon-

pondus; eritque pondus corporis in aliud corpus in ratione composita ex rationibus directa simplici tam massæ corporis in quod tenditur, quam massæ corporis tendentis, & reciproca duplicata distantiarum.

32. Ob analogiam quandam, quam habent hujusmodi vires gravitatis mutuæ cum viribus, quibus bina corpora se mutuo trahant ope funis, vel alterius medii, dicitur attractio mutua, & actio alterius in alterum: verum nihil est opus concipere physicam quandam actionem corporis in corpus distans. Potest ea esse vel propensio quædam corporum in corpora, vel impulsio medii nobis adhuc incogniti, (quam tamen censemus nullam esse, & gravitatem mutuam nullo etiam interjecto corpore suum sortiri effectum, arbitramur), vel si *Peripatetici* etiam velint, qualitas quædam ei similis, quam ipsi in nostrorum gravium gravitate admittunt, vel id, in quod nos maximè propendemus, libera quædam lex a Summo Naturæ Opifice sancita, dum Orbem conderet. Nihil hic refert, quocunque demum pacto oriatur physicè hæc mutua gravitas; dummodo nec ipsi quidquam occurrat contrarium, & non ad arbitrium confingatur, sed eo nos directè deducant Naturæ phænomena, a quibus eam existere positivè, quantum in physicis licet, probetur, & explicandis, ac determinandis plurimis Naturæ phænomenis inserviat, consentientibus observationibus. Sic Horologii structuram, & usum explicaturus quispiam jure optimo gravitatem ponderis appensi; vel penduli, aut laminæ chalybeæ elasticitatem adhibet, ignorata, vel dissimulata ipsius gravitatis aut elasticæ vis causa physica.

33. Nihil hujusmodi gravitati contrarium opponi, satis evincitur; si ea, quæ opponi solent dissolvantur. Quod enim opponitur, Naturam per impulsionem semper communicare motum, & quamvis aliam motus communicationem a Mechanicis rationibus plurimum abhorrere, id nos sanè nequaquam movet. Nam & nostra gravia deorsum delabi cernimus, quin ulla appareat descensus causa ab impulsu corporum pendens, vorticibus præterea nec existentibus, nec idoneis ad gravitatis phænomena producenda; & lumen in aliqua distantia a corporibus reflecti, refringi, inflecti, satis jam tum rationibus, tum experimentis evincitur, & in Magneticis, in Elasticis, in aliis plurimis corporum generibus, mutationem status cernimus, quin ullum videamus impulsum. Nos autem, ut in dissertatione de *Viribus vivis* duobus ab hinc annis ostendimus, satis evidenter deduci arbitramur admisso principio, quod nulla velocitas mutetur per saltum sine transitu per intermedias, nunquam motum communicari verè per impulsionem, & nunquam corporis in alterum corpus impingentis haberi contactum immediatum mathematicum, sed vires quasdam repulsivas in minimis distantiis eos effectus præstare, quos alii tribuunt omnes impenetrabilitati agenti in contactu. Verum si quis adhuc impulsionem velit, is medium sibi confingat adhuc

igno-

ignotum, cujus impulsui ignoto pariter, effectus hic aliunde, ut jam ostendemus, positivè notus tribuatur.

34. Nec verò obstat, quod ejusmodi gravitatis effectum non cernimus hic in hisce corporibus, lapide semper in terram decidente, non in alium lapidem aut parietem. Cum enim gravitas corporis in aliud corpus pendeat etiam a massa corporis, in quod tenditur, & non solum lapides, ac parietes, sed & montes ipsi respectu totius Terræ sint ferè nihil, gravitas in ipsos etiam montes respectu gravitatis in Terram est perquam exigua, & fere insensibilis, ac gravitas versus minora corpora tendens tam respectu gravitatis in Terram, quam etiam in se ipsa prorsus insensibilis, & cujus effectus a modicissima frictione, a resistentia aeris, a quovis exiguo impedimento tollitur tótus: in consortio autem gravitatis in Terram multo minus sentiri potest. Sic si circa maximum, & potentissimum magnetem, minora fragmenta dispersa jaceant; ferreus globulus ita ad magnum illum magnetem cursum suum diriget, ut nihil ad sensum ad exigua illa fragmenta detorqueatur. Ex eo autem, quod non videatur effectus ille, qui si sit, videri omnino non possit; quis unquam recta ratiocinatione usus inferat, eundem non existere, & idcirco ejusdem quoque causam e natura esse censeat eliminandam? Cæterum si mons aliquis sit maximus; poterit aliquando in longiore pendulo observari deviatio aliqua orta ex ejus attractione: & Academici Parisienses sub Æquatorem profecti ad determinandam figuram Telluris, observarunt effectum hujusmodi attractionis in maximum Americanum montem.

35. Nec illud officit, quod in plurium corporum particulis videamus vim potius repulsivam, in aliis attractionem multo majorem, quam quæ gravitati generali respondeat, ut in Elasticis, & Magneticis, aliisque quamplurimis. Nam præter generalem gravitatem adsunt particulares vires in aliis corporibus aliæ, quarum effectus conjungitur cum gravitatis effectu ita; ut si eæ repulsivæ sint, tantillo minus repellant, quam repellerent; si attractivæ, tantillo magis attrahant, quam attraherent. Posset autem concipi etiam unica vis in singulis materiæ particulis, quæ in majoribus distantiis decresceret ad sensum in ratione reciproca duplicata distantiarum, & gravitatem exhiberet, in minoribus, & in multo maximis etiam variaretur in ratione ordinatarum ad quasdam curvas, de quibus in dissertatione de *Viribus Vivis* egimus duobus ab hinc annis; ubi etiam ostendimus, quo pacto fieri posset, ut Fixæ in æquilibrio manerent omnes; quanquam earum a nobis, & a se invicem distantia tam immanis est; ut licet gravitas generalis ad eas pertingeret cum eadem lege, quam hic habemus; nullus tamen in iis motus nobis sensibilis haberi posset tempore perquam diuturno, quod calculo inito facile evincitur.

36. Quod

36. Quod non ad arbitrium confingatur, sed eo nos directè deducant naturæ phænomena, facile evincitur potissimum ope hujus duplicis principii, quod & ab observationibus eruitur, & ab omnibus jam Mechanicis pro certo habetur. Primum est: Corpora perseverare in eo statu quietis, vel motus uniformis in directum, in quo semel sunt posita, nisi quatenus ab aliqua vi activa determinentur ad mutandum statum suum: quam corporum proprietatem *vim inertiæ* appellant. Eam tamen nos admittimus respectu spatii cujusdam, in quo nos, & Astra omnia siti sumus ita; ut eo spatio utcunque translato, corpora omnia eodem inclusa debeant vi inertiæ vel occupare perpetuo idem ejusdem spatii punctum, vel moveri in recta linea spatii ejusdem cum eodem translata motibus quibuscunque: ut paulo infra clarius exponemus. Secundum est: Semper in omnium virium actionibus haberi binas actiones contrarias, & æquales, & produci binos nisus, vel etiam motus in binis corporibus contrarios & æquales, quo reducitur principium actionis, & reactionis æqualium, quod principium & in collisione corporum manifesto deprehenditur, in qua semper mutationes status binæ fiunt oppositæ, & æquales, & in vi magnetica, in qua ferrum, & magnes æquè in se invicem tendunt; & in omni alio virium genere, in quo experiri veritatem principii licet.

37. Jam verò in primis in omnibus nostris corporibus, in quibus observationes licet instituere, nec aliæ vires effectum gravitatis turbant, vel observationem impediunt, observamus vim, qua in Terram tendunt. Vim hujusmodi in Planetarum partibus, quæ in Planetas ipsos tendant, deducimus ex forma eorum sphærica, & potissimum idem confirmant plura argumenta, quæ ostendunt esse in iis partes superficiei non adhærentes. Planetas omnes Secundarios, satis constat ex Astronomia, gyrare circa Primarios in orbibus curvilineis, & Lunam circa Terram, Cometas omnes ac Planetas Primarios cum Secundariis circa Solem motu suo proprio cum descriptione arearum ad ea centra terminatarum quamproximè æquabili. Quare necessario vires aliquas habent eos retrahentes a motibus rectilineis, quos deberent habere vi inertiæ, quibus quidem viribus tendunt Planetæ Secundarii in Primarios, Luna in Terram, Cometæ, & Planetæ Primarii cum Secundariis in Solem. Jam ex secundo illo principio, ex quo & actionis, ac reactionis æqualitas reducitur, Terra contra & Planeta quivis gravitat in singulas suas partes, quod & ex æquilibrii lege deducitur, Planetæ Primarii in Secundarios, Terra in Lunam, Sol in omnes Cometas, & Planetas Primarios, ac Secundarios. Præterea Jovem, ac Saturnum, ubi ad se invicem propius accesserint, turbare motus suos, & suorum Satellitum pariter ex Astronomia constat: quod ipsum eorum mutuam aliquam gravitatem in se invicem ostendit potissimum exclusis vorticibus. En igitur inductionem amplif-

ampliſſimam pro gravitate mutua tot corporum, immo omnium eorum corporum, in quibus eam aliqua methodo experiri licet. Profecto hæc eſt multo amplior, quam inductio, qua corporum impenetrabilitatem eruimus, quam immediatè obſervamus in iis tantum corporibus Terreſtribus, quæ aliquando attigimus. Ac proinde potiore jure ad omnes materiæ particulas extendetur gravitas mutua, quam impenetrabilitas.

38. Eandem autem gravitatem decreſcere in ratione reciproca duplicata diſtantiarum, deducitur in gravitate, quæ dirigitur in Terram, ex eo, quod lineola, per quam Luna deprimitur a recta tangente ad arcum curvum uno ſecundo temporis, ad ſpatium pedum 15., quod noſtra corpora cadendo eodem tempore percurrunt, ſit ut quadratum unius ſemidiametri Terræ ad quadratum diſtantiæ Lunæ a Terra: in gravitate, quæ dirigitur in Jovem ac Saturnum ex eo, quod quadrata temporum periodicorum ſatellitum eorundem ſint ut cubi diſtantiarum ab ipſis: in gravitate, qua quivis Cometa, vel Planeta tendit in Solem, ex forma orbitæ in Cometis ad ſenſum Parabolica, in Planetis Ecliptica ita, ut Sol jaceat in foco, quod vim habet etiam pro gravitate Lunæ in Terram, habentis orbitam ad ſenſum Ellipticam poſitâ in foco Terrâ ipſâ: in gravitate in Solem uniuſcujuſque vel Cometæ, vel Planetæ collati cum alio quovis, ex eo, quod quadrata temporum, quibus areæ ſimiles deſcribuntur a Cometis ſint, ut cubi diſtantiarum homologarum, & quadrata temporum, quibus totæ orbitæ deſcribuntur a Planetis circa Solem ſint, ut cubi diſtantiarum mediarum. Ex his enim omnibus conſtat lineolas, per quas in iis motibus ea corpora æqualibus temporibus retrahuntur a motu rectilineo per tangentem ad arcum curvum, quæ lineolæ ope Geometriæ, & calculi determinantur, eſſe eo minores, quo quadrata diſtantiarum a centris virium majora ſint. Confirmatur autem exemplo eorum omnium, quæ diffundantur in ſphæram, ut eſt ex: gr: lumen; quæ nimirum omnia eo minus intenſa ſunt, quo in majorem ſuperficiem extenduntur; ac proinde decreſcunt in ratione eadem.

39. Eandem gravitatem in æqualibus particulis materiæ æqualem eſſe; ac proinde maſſis proportionalem modo expoſito num. 31., colligitur tum ex eo, quod gravia noſtra hic in ſpatio non reſiſtente deſciendant eadem celeritate omnia; ac proinde eorum particulæ æquales æquè gravitent in Terram; adeoque & Terra in ipſas: tum ex eo, quod paribus diſtantiis gravitas in Solem, Jovem, Saturnum, Terram habentium molem hoc ordine majorem, hoc ipſo ordine minor ſit, quod indicium minus grave eſt ob incognitam denſitatem; habet tamen vim ſuam. Confirmatur autem multo magis ob ſimplicitatem & analogiam Naturæ, quibus multo melius ita conſulitur.

40. Nec hisce argumentis quidquam obest motus diurnus Astrorum omnium, ac traslatio orbitarum Planetarum omnium, & Cometarum cum Sole circa Terram, & immobilitas Terræ, quæ omnia per illam vim inertiæ respectivam, quam num. 34. innuimus, ita explicabimus inferius; ut proprios eorundem motus, ac vires ad eos peragendos necessarias nihil turbent. Multo minus negotii facessunt alia quædam, quæ opponi solent: Planetas perpetuo attractos in Solem debere demum in ipsum recidere, eosdemque si in Apheliis cum minore vi gravitatis ad Solem perpetuo accedunt usque ad Perihelia, majore ibi agitatos vi, quam in ipsis Apheliis, multo magis debere ad Solem accedere, & non recedere ad Aphelia: Lunam in Novilunio magis in Solem attractam, quam in Terram, abituram in Solem: eandem in Novilunio oppositas in partes tractam, in Plenilunio in easdem a Sole, & Terra, magis descensuram Solem versus in secundo casu, quam in primo: & alia ejusmodi, quæ difficultatem parient iis tantùm, qui vel ignorant Mechanicam, vel Geometriæ sublimioris, & infinitesimorum methodi vim nequaquam sentiunt. Ex eo enim ipso, quod Planetæ in Solem gravitent in ratione reciproca duplicata distantiarum evidentissimè in Mechanica demostratur eosdem utcunque projectos debere describere motu continuo circa Solem in foco positum sectiones conicas. Vi inertiæ conabuntur semper a curva recedere per rectam tangentem, & gravitas in Solem tanta erit semper, quanta requiritur, ut a tangente descendat Planeta ad arcum curvum. Interea areæ erunt temporibus proportionales, ac velocitas in Aphelio minor, in Perihelio major, & tanto minor ibi, hìc major; ut a gravitate ibi minore, hìc majore ad ipsum Ellipseos arcum Planeta deferatur, cujus puncta post Aphelium propiora erunt Foco, post Perihelium remotiora. Lunam autem in Novilunio attrahi magis in Solem, quam in Terram nihil obest, cum & gravitatem illam in Solem contraria elidat centrifuga vis orta ex ejus annuo motu circa Solem una cum Tellure (nobis quidem respectivo tantum, & absoluto iis omnibus, qui Terram movent) & gravitatem in Terram vis alia centrifuga, orta ex ejus menstruo motu circa Terram. Sic in Plenilunio gravitates in Solem, & Terram conspirant, in Novilunio contrariæ sunt; sed ibi quidem binæ pariter vires centrifugæ ortæ ex motu annuo circa Solem, & menstruo circa Terram conspirant, hìc opponuntur. Solum ex eo quod Luna in Novilunio gravitet in Solem magis quam Terra, & in Plenilunio minus, sequitur in primo casu, eam niti deserere Terram, in secundo niti remanere ad partes Terræ oppositas; unde fit, ut imminuta utrobique gravitate in Terram, minus curvum orbem describat Luna in Noviluniis, ac Pleniluniis, quam in Quadraturis, quod efficit ut a Novilunio, ac Plenilunio ad proximam Quadraturam magis recedat, & sic cæteris paribus maximè a Terra distet in Qua-

Quadraturis, minimè in Noviluniis, ac Pleniluniis; ut pariter ex inæquali gravitate in Solem Lunæ, ac Terræ, & ex convergentia directionum, ac diversa Solis positione respectu Lunæ, ejusque orbitæ, ea omnia, quæ ad ejus theoriam pertinent, ita deducuntur; ut multo accuratius, & tutius ex Mechanicæ principiis ope Geometriæ, & calculi, admissâ generali gravitate mutuâ, motus omnes determinentur, quam per ipsas observationes. Sed in his fusius immorari supervacaneus sanè labor est, & ad ulteriora properandum.

41. Gravitatem generalem in omnibus materiæ particulis mutuam, & servantem leges expositas num. 28. inservire explicandis ac determinandis plurimis Naturæ phænomenis satis patet iis omnibus, qui vel mediocriter in Recentiorum præclarissimis monumentis versati sunt. Nam admissa sola hujusmodi gravitate una cum conservatione motus semel habiti, & perpetuo compositi cum ipsius gravitatis effectibus, necessario consequuntur motus omnium Planetarum Secundariorum circa Primarios, & Lunæ circa Terram: Motus omnium Cometarum, licet tam diversi, & prima fronte adeo irregulares, atque ante hujus gravitatis inventionem, & applicationem prorsus incogniti, & motus omnium Planetarum Primariorum cum suis Secundariis circa Solem, quales observantur: Turbationes pariter exiguæ in motibus omnium Planetarum, quibus factum est, ut nullæ hucusque tabulæ Astronomicæ, nisi identidem reformatæ diutius cum Cælo consenserint: Turbationes multo majores Jovis, ac Saturni cum eorum Satellitibus factæ, ubi ad se propius accesserint. Variationes omnes motuum Lunæ, de quibus superiore numero mentionem fecimus, quæ quidem nunquam per observationes satis determinari potuerant, & ex principio gravitatis generalis ita determinantur, & calculis subjiciuntur, ut incredibilis habeatur consensus Tabularum cum observationibus: generatio caudæ Cometarum semper Soli aversç ortæ ex vaporibus Cometicis ab Atmosphæra Solari in Solem gravi, & iis densiore protrusis ad partes oppositas ipsi Soli: generatio Auroræ Borealis a Maranio proposita ortæ ex partibus Atmosphere Solaris a gravitate in Terram, ubi ad eam magis accesserint, superante gravitatem in Solem, deorsum tractis: Inæqualitas gravitatis in diversis Terræ locis, & Figura Terræ definitæ per vim centrifugam motus diurni, & gravitatis hujus generalis leges, ex quibus eruitur gravitatem ab Æquatore ad Polos perpetuo augeri debere, & figuram Terræ debere esse compressam ad Polos, & prominentem sub Æquatore: Præcessio Æquinoctiorum, ex qua pendet motus ille lentissimus Fixarum in Orientem secundum directionem Eclipticæ, ortus ex gravitate inæquali in Solem, ac Lunam materiæ exuberantis in processu a Polis ad Æquatorem: ac demum hic ipse Maris Æstus, cujus explicatio semper est visa perquam ardua, hujus generalis gravitatis ope tandem inventa. Hæc omnia tam varia

ria naturæ phænomena, una cum iis omnibus, quæ hic apud nos, & in Planetis singulis pendent a gravitate in Terram, vel in ip sos Planetas, per hanc gravitatem generalem explicantur, & ad unicum simplicissimum principium reducuntur.

42. Confirmatâ hoc pacto gravitate generali, ejusque legibus; ostendendum est jam, qua ratione in sententia Telluris motæ explicentur omnia phænomena Æstus Marini. In hac sententia juxta principium gravitatis Generalis Terra præter motum quendam lentissimum circa axem Æclipticæ, qui absolvitur 25. circiter annorum millibus, & pendet a gravitate in Solem, ac Lunam materiæ exuberantis in progressu a Polis ad Æquatorem, vi cujus & punctum Æquinoctiale regreditur, & Stellæ omnes respectu principii Arietis progrediuntur in Orientem, qui quidem cum Maris Æstu nullum sensibilem nexum habet; tres habet præterea motus, Diurnum, quo circa axem Æquatoris perpetuo convertitur in Orientem, Menstruum, quo circa commune gravitatis centrum movetur cum Luna, Annuum, quo simul cum Luna circa commune gravitatis centrum earum & Solis convertitur una cum Sole, qui ipsi motus parum admodum turbantur, sed turbantur nonnihil a gravitate in Planetas reliquos, & Cometas.

43 Consideremus primò Terram tanquam si esset tota fluida, & quiesceret respectu ejus spatii, respectu cujus vim inertiæ habet. Conformata in figuram sphæricam tantùm maneret in æquilibrio. Adveniat ipsi motus ille annuus circa commune gravitatis centrum, cum Sole. In eo motu deberet abire vi inertiæ per rectam tangentem orbitæ, quam describit; nisi gravitas in Solem cogeret perpetuo deflectere iter suum a recta tangente ad arcum curvum. Si gravitas ejusmodi ageret in omnes Terræ particulas actionibus æqualibus, & parallelis; nulla fieret mutatio respectiva partium, & figura maneret prorsus eadem. Sed quoniam omnes ejus particulæ gravitant in Solem in ratione reciprocâ duplicatâ distantiarum; nec directio, nec quantitas gravitatis erit in omnibus partibus eadem. Discrimen gravitatis, qua particula quævis in Solem tendit a gravitate, qua tendit in centrum, perturbabit positionem partium respectivam.

44. Ante quam etiam illud discrimen geometricè, & accuratius determinetur; patet partes subjectas Soli, quæ ipsum Solem habent in Zenith, minus a Sole remotas, quam centrum, gravitare in Solem plus, quam gravitet ipsum centrum; partes autem oppositas ob oppositam rationem gravitare minus, quam centrum ipsum. Quare utrobique respectu centri perinde erit, ac si centro non gravitante, utræque repellerentur a centro ipso tanta vi, quantum est illud gravitatum discrimen, & tantundem de gravitate in Terram amitterent. Et quoniam æquè propiores sunt Soli partes ipsi subjectæ,

jectæ, quam centrum, ac centrum ipsum est propius, quam partes oppositæ, æqualia erunt gravitatum in Solem discrimina, & ferè æqualia utrobique decrementa gravitatis in Terram. At in partibus hinc inde a centro distantibus per quadrantem, quibus Sol in Horizonte versatur, gravitas circumquaque introrsum verget directione inclinata ad eam rectam, quæ centra jungit; & proinde resolvi poterit in duas alteram tendentem ad centrum Terræ, alteram parallelam rectæ jungenti centra, & ob æqualem ad sensum distantiam a Sole, æqualem ad sensum vi, qua centrum gravitat. Hæc secunda statum respectivum partium non mutabit: illa prima gravitatem in Terram augebit. Quare sublatum jam erit æquilibrium, & si fluidum momento temporis posset æquilibrium recuperare, momento temporis se componeret in sphæroidem oblongam, assurgentem æquè in locis habentibus Solem ad Zenith, ac Nadir, & compressam circumquaque in locis per Terræ quadrantem inde distantibus, & habentibus Solem in Horizonte: & quo Sol magis alicubi distat ab Horizonte, sive supra, sive infra ipsum; eo altius ibi esset fluidum; & magis distans a centro.

45. Si jam motu diurno vel Terra convertatur circa proprium Axem, vel Sol circa Terram; bina loca maximæ altitudinis fluidi e diametro opposita, ac axis Ovalis Solidi, vel diameter Terræ longissima gyrarent per superficiem Terræ ipsius, & in locis singulis, quibus Sol quotidie oritur, & occidit, haberentur in ipso Meridiei, ac mediæ noctis momento elevatio, aquæ maxima, in ipso Ortus & Occasus momento maxima depressio; ac proinde bini singulis diebus affluxus aquæ, & bini refluxus.

46. Si eodem pacto consideretur motus menstruus, & gravitas in Lunam, secluso interea Sole, & concipiatur fluidum spoliatum vi inertiæ, quatenus eadem prohibet momento temporis acquiri formam ab æquilibrio requisitam; induet fluidum figuram sphæroidis oblongæ, cujus maxima altitudo in puncto Lunæ subjecto, & in altero ipsi e diametro opposito; ac in singulis Terræ locis habebitur maxima elevatio aquæ quotidie, dum Luna appellit ad Meridianum sive supra, sive infra Horizontem, & eâ oriente, ac occidente maxima depressio.

47. Ut jam simul conjungantur effectus utriusque Luminaris, oporteret definire utrius Planetæ actio prævaleat. Solis actio facile comparatur cum gravitate in Terram, ut in secundâ parte videbimus, eo quod gravitas absoluta in eum tendens ex motu Planetarum circa ipsum innotescat. Actio Lunæ immediatè comparari non potest cum gravitate in Terram, aut cum actione Solis; cum ea nullum habeat circa se Planetam. Sed partim ex ipsis Æstus Marini phænomenis, partim ex præcessione illa Æquinoctiorum, quam supra innuimus, & quæ pendet ab actione Solis ac Lunæ, infertur, ut

videbimus, actionem Lunæ in ordine ad Æstum Marinum actionem Solis aliquot vicibus superare, quod prima etiam fronte fit non admodum improbabile ob tantam Lunæ quanquam tanto minoris viciniam.

48. Hinc jam statim patet in Syzygiis, in quibus Sol, & Luna cum Terra in directum jacent, debere conjungi utriusque effectum, & Æstum esse maximum. In Quadraturis ubi Sol per Quadrantem distat a Luna, Sol ipse aquas elevabit, ubi Luna deprimit, & viceversa. Quare Æstus erunt minimi, sed elevatio erit sub Luna, non sub Sole ob ejus vim prævalentem. In reliquis omnibus positionibus diameter Terræ longissima jacebit in acutis ex angulis, quos continent diametri directæ ad Solem, & Lunam, ut in secunda parte demonstrabimus, sed multo propior diametro directæ ad Lunam: ac proinde maxima aquæ altitudo erit in punctis quibusdam mediis inter vertices diametri directæ ad Solem, & diametri directæ ad Lunam, quæ puncta geometricè determinantur datâ ratione virium Solis, & Lunæ, & ex ipsa determinatione infertur diametrum longissimam nunquam multum abesse a diametro directa ad Lunam; & eandem quidem in Syzygiis congruere cum ipsâ diametro directâ ad Lunam, tum ab ea recedere in Orientem usque ad Octantes, post hos regredi in Occidentem ita, ut in quadraturis iterum congruat cum diametro directa ad Lunam, & pergat moveri in Occidentem usque ad novos Octantes: post hos iterum regredi in Orientem usque ad sequentem Syzygiam, in qua iterum congruat cum eadem diametro directa ad Lunam. Quamobrem eadem est oscillatio verticum hujus diametri longissimæ, sive punctorum, in quibus habetur maxima intumescentia. Si igitur consideretur horum positio respectu verticum diametri transeuntis per Lunam; ea puncta ab Octante præcedente utramlibet Syzygiam usque ad Octantem, qui eam sequitur, & præcedit alteram Quadraturam moventur in Orientem: tum ab Octante, qui præcedit utramlibet Quadraturam usque ad Octantem, qui eam sequitur, moventur in Occidentem: & motus in Orientem velocissimus est in Syzygiis, velocissimus in Occidentem in Quadraturis.

49. Hæc ita se haberent, si aqua inertia careret, & momento temporis acquireret figuram, quam æquilibrium requirit. At ob inertiam fiet 1. ut fluidum, dum ascendit, vel descendit, velocitatem quandam acquirat, qua procurrat ultra limites æquilibrii; ac proinde sit elevatio, ac depressio major etiam, quam requirat æquilibrium. 2. Fluidum sibi relictum cessante omni actione Luminarium conaretur se restituere in sphæram, eoque conatu acquireret oscillationes quasdam, quarum tempora sine arbitrariis hypothesibus per Mechanicam huc usque cognitam arbitramur definiri non posse, & nobis omnino non placet methodus ab *Eulero* adhibita. Sed si for-

si forte ejusmodi oscillationes eo tempore peragi debeant vel accuratè, vel proximè, quo actiones ipsæ Luminarium eodem in loco aquam deprimunt, atque elevant, nimirum intervallo circiter horarum 6. min. 12., quæ est pars quarta temporis, quo Luna absolvit unam revolutionem diurnam, & quo bis fluidum intumescit, bis detumescit; oscillationes ipsæ augebuntur, prorsus, ut oscillatio Campani æris augetur vi novâ perpetuo ipsum, dum descendit, urgente ad descensum; donec frictio partium, atque alia impedimenta æquentur vi novæ perpetuo exercitæ, & augenti oscillationem. 3. Ob ipsam vim inertiæ maximæ elevationes, ac depressiones fluidi in quovis loco non contingent eo momento, in quo id æquilibrium exigeret, sed aliquanto post.

50. Hæc ita se habebunt, si Terra sit tota fluida. Eadem contingent, si solum versus superficiem sit fluida fundo solido, & utcunque inæquali. Nam si fluido ad æquilibrium redacto, quæcunque ejus pars concrescat repente, reliquum in eodem manebit statu. Ita in vase fundi utcunque inæqualis, superficies æquabilem figuram induit. Si autem sit superficies ipsa partim solida, & partim fluida; superficies fluida debebit affectare eam figuram, quæ haberetur, si tota fluida esset; in qua sola potest stare in æquilibrio. Et si magna aliqua superficiei portio continua sit, & aperta, quæ possit sentire totam virium inæqualitatem simul; in ea eodem pacto res contingent. Sed si aliquæ pares clausæ circumquaque sint, nec ita extensæ; in iis nulla sentietur reciprocatio æstus: si sint aliæ, quæ per angusta freta, & circa interjectos scopulos communicent cum mari aperto, debebit fluidum, dum intumescit, ac detumescit, ita lateraliter excurrere; ut alibi eo serius deferatur, citius alibi, pro diversa locorum, & impedimentorum positione.

51. Hisce præmissis jam evidentissima est explicatio phænomenorum omnium, quæ num. 5. 6. 7. proposuimus. *Singulis diebus in aperto Oceano bis intumescit mare bis detumescit;* ubicunque nimirum Sol, & potissimum Luna quotidie oritur, & occidit. Nam ubi aliquando sub Zonis Frigidis, vel prope ipsas non oriuntur aut non occidunt; semel in die elevabitur aqua, & semel deprimetur; cum altitudo aquæ sequatur recessum Luminarium supra Horizontem, juxta num. 44. & 46. *Intumescentia fiet aliquanto post appulsum Lunæ ad Meridianum, sive supra sive infra Horizontem, detumescentia paulò post ortum, & occasum,* ob inertiam materiæ expositam num. 49. *ita tamen, ut hora pendeat etiam a positione Lunæ respectu Solis;* cum etiam Solaris actio æstum cieat juxta num. 44. licet minus quam Lunaris juxta num. 47. *nimirum in primo & tertio quadrante mensis Lunaris anticipet, in secundo & quarto posticipet;* quia diameter Terræ maxima, quæ juxta num. 48. oscillat hinc inde a diametro directâ ad Lunam, & puncta maximæ intumescentiæ jacent in primo, & tertio

tio quadrante ad Occidentem in secundo & quarto ad Orientem respectu ejusdem. *Id verò intervallum erit in aliis portubus aliquanto majus, in aliis aliquanto minus*; quia ad aliquos portus unda quædam æstûs deferetur longiore viâ, & per freta ac sinus magis impeditos, quo pacto fieri potest; ut aliquem in portum deferatur post horas 9., & jam videatur præcedere appulsum Lunæ sequentem ad Meridianum, non sequi præcedentem. Sed in iisdem portubus cæteris paribus retardatio erit semper ad sensum eadem; ac proinde hora media æstûs in iisdem Lunæ phasibus eadem. *Bini illi Æstus, Luna extra Æquatorem sita, sunt inæquales ita; ut cæteris paribus in Europa major sit ille, qui habetur Luna supra Horizontem sita, quando ejus declinatio est Borealis, & habetur ea sita infra Horizontem, quando est Australis*; quia Luna extra Æquatorem sita, si habeat declinationem Borealem, altius ascendit supra Horizontem, quam deprimatur infra per totum Hemisphærium Boreale, & contra minus elevatur supra Horizontem, quam deprimatur infra, si habeat declinationem Australem, quod & Soli contingit, ut patet ex elementis Sphæræ. Hic tamen notandum 1. hanc inæqualitem minui ab oscillatione præconceptâ, quæ tendit ad æstuum æqualitatem, 2. Jam minui, jam augeri ab inæqualitate, quæ ob menstruas, & annuas variationes haberi debet post integrum diem, quæ influit etiam in æstus se duodecim horis succedentes. 3. Pendere minus quidem, sed tamen nonnihil etiam, a declinatione Solis. 4. Sub Æquatore, ubi Luminaria semper æquè ascendunt supra, & descendunt infra Horizontem, nullam debere esse hanc inæqualitatem.

52. *Mare semper celerius ascendere, quam descendere, Cassinus* censet iccirco; quia etiam post transitum luminarium per Meridianum perseverat actio maria elevans, quæ ea aliquantulum suspensa tenet. Nos putamus ad eam inæqualitatem plurimum conferre positionem locorum. Nam si procedente undâ æstûs perpetuo ab Oriente in Occidentem, sit ora quædam, quæ habeat multo magis impeditum tractum superficiei Terrestris ex una, quam ex alia parte; fieri poterit; ut unda ipsa non æqualibus celeritatibus appellat ad eam oram, & recedat. Id phænomenum nusquam alibi legimus, præterquam in observationibus per Galliæ oram habitis Oceano conterminis, ubi ex Occidentali quidem plaga continuus Oceani tractus usque ad Americam extenditur, ab Orientali verò Europa & Africa Oceanum interrumpunt. Unda æstus ex Orientali Oceano sensim advenire non potest, sed ea exurgit, & quodammodo nascitur nova, Luminaribus Africam, & Europam motu diurno prætergressis, tum iisdem in Occidentem vergentibus, paulatim procedit Occidentem versus; ubi cum America progressum turbet, suspenditur nonnihil, quæ potest esse causa, cur citius ascendat aqua in oris Europæ, & Africæ Occidentalibus, quam descendat. Certè seclusâ inertiâ, status

virium

virium ante appulsum, & post appulsum Luminarium ad Meridianum in Syzygiis & Quadraturis in æqualibus a Meridiano distantiis est prorsus idem. Quare in iis casibus seclusâ inertiâ deberent esse prorsus æquales celeritates ascensûs, & descensûs. Inertia potius horam differt, quam inæqualitatem celeritatum inducat. Ubi Luminaria in alia positione sunt, habetur aliqua in ipsis viribus inæqualitas, quæ aliquando ascensui favet, aliquando descensui, quod etiam aliæ præstant variationes menstruæ, & annuæ. Sed eæ exiguæ sunt, & nobis hic immorari non licet.

53. *Circa Syzygias Æstus sunt multo majores, circa Quadraturas multo minores ita, ut maximi, vel minimi sint primi, vel secundi post Syzygias ipsas, & Quadraturas*, ob actionem Solis in primo casu additam, in secudo subductam actioni Lunæ juxta num. 48. *Sed maximi, vel minimi sunt primi, vel secundi post Syzygias ipsas, & Quadraturas*, ob inertiam materiæ juxta num. 49. *Æstus cæteris paribus, multo minores sunt Luna recedente ad Apogeum, quam accedente ad Perigeum* ob imminutam gravitatem in Lunam ex Lunæ recessu juxta num. 38.

54. *Quod cæteris paribus majores esse soleant Luna existente in Æquatore, quam extra, Nevvtonus* sic explicat. Si Luna esset in Polo, maria ibi nonnihil assurgerent, sed nulla haberetur reciprocatio diurna ob locum Lunæ non mutatum. Quare in recessu ab Æquatore ad Polum utrumlibet, perpetuo minuitur effectus Lunæ ipsius; quam rationem & *Bernoullius* probat. Is discursus omnino videtur nobis evidenter falsus. Si concipiamus superficiem Terræ penitus inundatam, ubicunpue sit Luna, elevatio marium sub ipsa Luna, & in puncto opposito orta ab ejus actione esset eadem juxta num. 44. & 46. Ea motum Lunæ diurnum sequeretur, Luna motu diurno translata. In quovis loco, eo major esset reciprocatio elevationis, & depressionis, quo Luna distantiam suam ab Horizonte magis mutare posset. Porro donec Luna est in Æquatore, in nullo ex locis extra Æquatorem sitis, potest pertingere ad Zenith, vel ad Nadir, & dum ea recedit ab Æquatore crescente ejus Declinatione, crescit accessus ad Zenith supra Horizontem vel ad Nadir infra, & ubi fiat Declinatio æqualis Latitudini loci, ascendit Luna ad ipsum Zenith, vel descendit ad Nadir. Tum adhuc crescente Declinatione, iterum incipit non posse accedere nec ad Zenith nec ad Nadir; & quo magis deinde accedit ad Polum utrumlibet, eo minus mutat distantiam ab Horizonte. Hinc pro locis sitis extra Æquatorem recedente Luna ab Æquatore, reciprocatio æstus ex ea orti deberet perpetuo augeri, & ibi fieri maxima, ubi Latitudo æquatur Declinationi loci; tum decrescere, & eâdem ad Polum appellente, fieri nulla. Ex eo, quod in Æquatore sit aliqua, in Polo nulla, nullo modo inferri potest, quod perpetuo decrescat. Quamobrem *Nevvtoni* ratiocinatio est penitus vitiosa.

55. Nos

55. Nos censemus phænomeni causam esse vim inertiæ, & oscillationem illam, quam diximus conservari debere etiam cessante Luminarium actione. Hæc oscillatio fieret æqualibus temporibus, & aquam deprimeret maximè ibi, ubi maximè elevatur, ac secunda vice iterum eodem in loco maximè elevaret. Porro quando Luna est in Æquatore, per 12. horas ubique est supra Horizontem, per 12. infra, & punctum ipsi oppositum, eâ appellente ad Meridianum infra Horizontem, fit illud ipsum, quod, ea supra Horizontem appellente ad Meridianum, erat ipsi subjectum. Quare Lunaris quoque actio æqualibus ubique temporis intervallis nititur elevare aquam, & deprimere, ac eodem in loco elevare secunda vice, quo prima. Utriusque oppositum contingit Lunâ extra Æquatorem sitâ; & quo major est declinatio, eo major est inæqualitas moræ infra & supra Horizontem, & eo major distantia punctorum, in quibus binæ proximæ elevationes aquarum maximæ fiunt, quæ puncta debent esse in parallelis æquè hinc inde distantibus ab Æquatore. Quare in Lunâ in Æquatore positâ, magis congruit actio Lunaris cum oscillatione jam concepta, & quo ea magis ab Æquatore recedit; eo magis se invicem ista duo turbant. Hinc eo major in primo casu fit æstus, & minor in secundo. Porro quæ de recessu Lunæ ab Æquatore sunt dicta, eadem intelligenda quoque sunt de recessu Solis; sed minus ob minorem ejus actionem sensibilis erit ejus effectus.

56. *Intervalla inter binos æstus sibi post integrum diem succedentes aliquanto minora sunt in Syzygiis, quam in Quadraturis;* quia juxta num. 48. puncta maximæ elevationis aquæ circa Syzygias moventur in Occidentem respectu Lunæ, circa Quadraturas in Orientem. Ac proinde circa Syzygias eadem maxima intumescentia quotidie accelerabit appulsum, ad quemvis datum locum, & retardabit circa Quadraturas. *Multo majus erit intervallum inter appulsum Lunæ, ad Meridianum, & affluxum Aquæ in Syzygiis, quam in Quadraturis;* quia uno vel altero die ante Syzygias puncta maximæ intumescentiæ juxta num. 48. jacent ad Orientem respectu Lunæ, & puncti ei oppositi, at uno, vel altero die ante Quadraturas ad Occidentem. Quare cum phænomena ob vim inertiæ juxta num. 49. accidant eo pacto, quo accidere deberent uno, vel altero die ante; in Syzygiis ipsis puncta maximæ intumescentiæ accedent serius, in Quadraturis citius, quam par esset. *Irregularitates omnes in Syzygiis multo minores sunt quam in Quadraturis;* tum quia ipse verus Lunæ motus in Quadraturis est maximè inæqualis, ut constat ex Astronomia: tum quia irregularitates omnes, undecunque proveniant sunt magis sensibiles in exiguis æstibus Quadraturarum, quam in maximis Syzygiarum.

57. *Æstus cæteris paribus majores sunt circa Æquinoctia in Syzygiis, quam circa Solstitia;* quia in Syzygiis Luna occupat partem

ean-

eandem Cœli, ac Sol, vel oppositam: at in Quadraturis distat a Sole per quadrantem: Ac proinde cum Sol circa Æquinoctia sit Æquatori proximus, erit Luna quoque ipsi proxima in Syzygiis, & ab eo remotissima in Quadraturis; ac proinde juxta num.55. æstus majores erunt in Syzygiis circa Æquinoctia, quam circa Solstitia; ut contra ob similem rationem majores erunt in Quadraturis circa Solstitia, quam circa Æquinoctia. Nec hoc phænomenum differt a tertio numeri 6. exposito num.55. *Maximi tamen erunt primi vel secundi vel tertii post Æquinoctia* in Syzygiis, ob vim inertiæ juxta num.49. *Cæteris autem paribus in majoribus Solis distantiis a Terra minores sunt, quam in minoribus æstus Syzygiarum*, ob imminutam gravitatem in Solem in ejus recessu juxta num. 39.

58. Explicatis hoc pacto omnibus phænomenis, diurnis, menstruis, annuis, expositis num.5. 6. 7. æquè patent ea, quæ num.9. sunt exposita. *Minora maria, & potissimum clausa undecunque, ac Lacus æstu carere* debent; quia ad hoc ut uno in loco elevetur aqua, requiritur, ut in alio deprimatur, adeoque ut eodem tempore in diversis suis partibus sentiat inæqualitatem actionis Luminarium. Id verò requirit ingentem tractum, juxta num.50. *Æstus ad littora, & in angustioribus fretis erit multò major, quam in aperto mari;* quia ubi aqua impetu concepto se effundens obstaculum invenit, antequam refluat, debet necessario elevari multo magis, quod potissimum continget ubi *littora non descensu præcipiti ad mare apertum spectant* juxta num.19. *Alicubi in quibusdam portubus aliqua anni tempestate nullus æstus observatur, ut in Portu Batsham Luna existente in Æquatore*, vel quia ut *Nevvtonus* explicavit in eum portum ex una parte tum temporis adveniat Æstus, dum ex alia recedit; vel quia ut notavit *Eulerus* in tractu maris extenso a Borea in Austrum, & magis in Austrum, quam in Boream certo quodam limite, Lunâ, ac Sole in Æquatore sitis nullus æstus ad marginem Borealem haberi debet, aquâ, quæ sub Æquatore detumescendo subsidet, se effundente in illud majus Australe intervallum: quod in secunda parte ope Geometriæ clarius exponemus, ubi & *Eulerianam* determinationem limitis corrigemus. Similem autem ob causam potest aliquando in eodem portu unicus haberi æstus singulis diebus, & possunt etiam plures, aquâ per diversas vias diversis temporibus eo delatâ juxta num. 50. Perturbari autem debere hæc phænomena ventorum & procellarum vi, per sese est manifestum.

59. Quamobrem evidentissimè patet in sententia Telluris motæ admissâ gravitate Generali *Nevvtoniana* necessariò consequi ea ipsa phænomena marini Æstus, quæ observantur, quod num.30. proposueramus secundo loco. Nec illud obest quod assumpserimus Terram tanquam sphæricam independenter ab ipso æstu; quæ ob vim centri fugum motus diurni debeat esse compressa potius ad Polos. Nam
cum

cum ea compressio, debeat esse perquam exigua; iidem ad sensum erunt effectus actionis Luminarium in globum in æquilibrio positum, ac in sphæroidem ellipticam parum admodum differentem a globo. Nec obest quod in Barometro non sentiamus effectum imminuti ponderis Lunâ appellente ad Meridianum, & aucti appellente ad Horizontem; tum quia perquam exiguum est decrementum gravitatis, ac incrementum, & prorsus insensibile respectu gravitatis totius, ut suo loco videbimus; tum quia dum augetur, ac minuitur pondus mercurii tubo inclusi; augetur æquè ad sensum, ac minuitur pondus aeris, cum quo ille in æquilibrio consistit. Nec ex eo, quod insensibile sit incrementum, ac decrementum gravitatis respectu gravitatis totius infertur insensibilem esse debere utcunque elevationem marium, sed solum debere esse insensibilem respectu totius semidiametri Terrestris, respectu cujus insensibiles sunt etiam 8. vel 10. vel etiam 100. pedes.

60. Ut autem possint ad calculum revocari præcipua ex his phænomenis, Geometriâ, & Arithmeticâ saltem est opus; & quidem in Geometriâ methodo infinitesimorum, sine qua nihil sane in hujusmodi quæstionibus determinari potest. Hinc eam investigationem secundæ parti reservamus. In ea autem quæremus primò vim Solis & Lunæ ad mare movendum, quam in singulis particulis Terræ inveniemus Nevvtoni methodo proximè proportionalem distantiæ earundem perpendiculari a plano, quod perpendiculare sit rectæ jungenti centrum Terræ & alterius Luminaris, & directam ad partes ipsi plano oppositas, ac proportionalem reciprocè cubo distantiæ ejusdem Luminaris a Terra, sive directè cubo diametri apparentis; Easdemque in mediis Luminarium distantiis, & in punctis ipsis subjectis, vel oppositis conferemus tam inter se, quam cum gravitate nostra in Terram: tum figuram, quam Terra alterius Luminaris viribus, & verò etiam quibusdam aliis agitata induere debet, si homogenea sit, investigabimus, ubi elegantissimam *Mac-Laurini* ellipticæ figuræ determinationem inservientem etiam figuræ Terræ ex solo motu diurno oriundæ, quæ a *Nevvtono* incassum quæsita fuerat, & solum per indirectas methodos utcunque definita, ac eâdem determinatione demonstratur pariter Elliptica, partim accuratiore, partim contractiore methodo demonstrabimus. Ubi, & elevatio aquæ ad æquilibrium necessaria innotescet, quam *Eulerus* erroneam tradidit. Hinc gradu facto ad Hypothesim densitatis in accessu ad centrum utcunque mutatæ, ostendemus ex hac mutatione densitatis non mutari ad sensum elevationem aquæ. *Bernoullius* censuit ex hac mutatione densitatis posse æstum augeri duplo, triplo, & in quibusdam hypothesibus infinities magis; & æstum fluidi aquæ substituti fore majorem, vel minorem in eadem ratione, in qua e contrario minor, vel major sit ejus densitas; ac proinde aeris æstum millies majorem circiter, quam

quam aquæ. Hinc aerem duobus saltem milliariis assurgere, ac deprimi hoc æstu; nec tamen hoc discrimen altitudinis in barometro sentiri debere; quia barometrum non exhibeat pondus aeris sibi verticaliter incumbentis, sed pondus medium totius Atmosphæræ. Demonstrabimus hæc omnia falsa esse, & aperiemus vitium ejus methodi, quod ipsum vitium nos monebit, quam cautè procedendum sit in contemnendis quibusdam quantitatibus infinitesimis, vel insensibilibus, ex quarum tamen contemptu errores maximi subrepant.

61. Ejus methodus huc reducitur. Concipit Terram totam Fluidam: ejus orbes sphæricos concentricos tenuissimos concipit homogeneos, ita tamen; ut qui centro propiores sunt, sint diversæ densitatis. Quoniam in hoc fluido ob imminutam gravitatem sub Planeta, & in parte oppositâ, auctam verò ad latera, non potest haberi æquilibrium, concipit sub ipso Planeta, & ad partes oppositas affusum esse fluidum diversæ densitatis homogeneum, quod globum ipsum mutet in sphæroidem oblongatam. Ut hujus fluidi affusi determinet altitudinem, concipit binos canales egressos e centro Terræ, alterum directum ad Planetam, alterum huic perpendicularem, & computat utriusque pondus, ac ex ponderum æqualitate in binis iis canalibus infert altitudinem quæsitam. Porro si concipiantur segmenta orbium illorum sphæricorum inclusa canalibus ante affusum illud fluidum in suprema globi superficie sub Planeta, & ad partes oppositas; singula eorum orbium segmenta in canali directo ad Planetam amittunt aliquid de sua gravitate ob actionem Planetæ, & segmenta inclusa canali perpendiculari acquirunt aliquid; ac tam quod in priori amittitur, quam quod in posteriori acquiritur, est in singulis particulis, ut earum distantia a centro; & in segmentis totis præterea, ut numerus particularum, seu densitas. Quare discrimen ponderis segmentorum singulorum, a quo pendet æquilibrii amissio, est ut densitas singulorum segmentorum, & ut distantia a centro conjunctim. Hinc tantum fluidi affundendum est, ut adæquet summam horum omnium discriminum: sed eo affuso fluido, jam iterum nonnihil turbatur æquilibrium, eo quod gravitas particularum in primo canali positarum orta ex attractione fluidi affusi detrahit nonnihil singulis particulis de gravitate directa in centrum, & in secundo canali addit ita; ut adhuc, quod ibi detrahitur, & hic additur, sit in eadem ratione. Quare addendum est iterum tantum fluidi, ut & hoc discrimen compensari possit, & illud quod oritur ex eo ipso.

62. Quoniam utrunque discrimen ponderis in canali directo ad Planetam a pondere in canali perpendiculari est in omnibus segmentis orbium inclusis canali directo ad Planetam, ut distantia a centro, & densitas; patet statim densitate crescente in accessu ad centrum fore totum defectum ponderis in primo canali multo majorem, quam si den-

si densitas esset eadem; quia in cujusvis orbis segmento plus deerit si idem segmentum habuerit plus materiæ, quam si habuerit minus: & si densitas crescat plusquam in ratione reciproca distantiæ a centro, adeoque plusquam decrescit in singulis particulis actio Planetæ, satis patet, posse discrimen defectus ponderis in ea hypothesi densitatis auctæ, a defectu ponderis in hypothesi densitatis constantis augeri etiam in infinitum. Quare etiam sine accuratiore calculo patet, si æquilibrium restitui debeat affusione illa fluidi factâ in suprema superficie, manentibus sphæricis orbibus reliquis, debere 1. haberi majorem hujus altitudinem in hypothesi densitatis auctæ, quam in hypothesi constantis: 2. eam altitudinem esse eo majorem, quo hoc fluidum est minus densum. 3. hinc sequi necessitatem elevationis aeris fere millies majoris elevatione aquæ, qua fere millies est rarior; & cum ea non sentiatur in barometro, necessitatem recurrendi ad pondus illud medium Athmosphæræ, quod barometro ipso indicetur.

63. Falsum esse, quod hic infertur, manifesto constabit in secunda parte, ubi aliâ methodo demonstraverimus aquarum elevationem debere esse eandem ad sensum in quacunque hypothesi densitatis constantis, vel mutatæ. Considerabimus autem nucleum Terræ solidum, & circa superficiem inundatum fluido. Si hujus orbes sint densitatis auctæ in minoribus a centro distantiis, considerabimus repente colligi in ipso centro quidquid in singulis orbibus redundat, qua translatione materiæ ad centrum non mutabitur æquilibrium fluidi circumfusi nucleo, cum gravitas singularum ejus particularum in orbem sphæricum quemvis sit ex demonstratis a *Nevvtono* eadem prorsus, ac si tota ejus materia in centro ipso colligeretur, ac proinde non mutetur. Tum reliquum solidum nucleum jam homogeneum solvemus, qua solutione pariter non mutatur æquilibrium. Eo pacto jam habebimus Terram constantem fluido homogeneo, se attrahente gravitate mutuâ, quæ decrescat in ratione reciprocâ duplicatâ distantiarum, & solicitato præterea vi Planetæ decrescente in ratione directa distantiarum a centro, ac etiam aliâ vi in illam massam collectam in centro decrescente in ratione reciproca duplicata distantiarum. Demonstrabimus, si hæc tertia vis cresceret in ratione distantiarum a centro; debere eandem obvenire altitudinem, quæ obvenit in hypothesi fluidi homogenei considerata a *Nevvtono*, nihil ad sensum turbante altitudinem ipsam illo densitatis incremento: discrimen autem altitudinis, quod oritur ex eo, quod hæc massa collecta in centro trahat in ratione reciproca duplicata distantiarum, & non in ratione distantiarum directa, inveniemus esse prorsus insensibile respectu elevationis aquæ, & esse non multis vicibus diversum a tertia proportionali post semidiametrum Terræ, & fluidi elevationem ipsam. Hoc pacto patebit non haberi discrimen affirmatum a *Bernoullio*.

64. Illa

64. Illa hypothesis nuclei solidi necessaria omnino est, si Orbes retinendi sunt sphærici, & adhuc diversæ densitatis. Nam si Orbes essent fluidi; oporteret singulos produci, & ovalem figuram substitui. Eam productionem *Bernoullius* censet non posse impedimento esse suo discursui, ob nimis exiguum discrimen ab Orbe sphærico, quod discrimen iccirco putat tuto contemni posse. At is ipse contemptus errorem parit, & quidem aliquando infinitum. Nam cum actione Planetæ singulis orbibus sphæricis æquilibrium auferatur; debent singuli ita componi, ut semper totum fluidum homogeneum in equilibrio sit. Hoc pacto assurgent singuli orbes sub Planeta, & introductis canalibus post æquilibrium comparatum, segmentum cujusvis Orbis in canali directo ad Planetam erit altius segmento orbis in canali perpendiculari; & compensabitur in eodem descrimen ponderis, quod habet id ipsum segmentum, a segmento homogeneo incluso canali perpendiculari, ac ea elevatio erit ad sensum eadem, sive reliqui orbes sint densiores, sive homogenei; cum major orbium reliquorum densitas non turbet ad sensum partem ponderis actione Planetæ amissi, vel acquisiti. Qui orbes sphæricos retinet, totam inæqualitatem, quam deberet compensare quodlibet segmentum cujuslibet orbis, compensari ponit a fluido illo supremo rariore. Porro, quod præstat elevatio quamminima fluidi illius multo densionis pertinentis ad orbem centro propiorem, non potest præstare nisi multo major, & aliquando infinities major elevatio fluidi multo rarioris positi in suprema superficie. Nam ejus particulæ gravitas directa ad centrum, in hypothesi quidem densitatis constantis, est ad gravitatem particulæ in minori distantia sitæ major in ratione distantiarum, at in hypothesi densitatis auctæ in ratione reciproca simplici distantiæ, est ubique æqualis: in hypothesi densitatis adhuc magis auctæ, est è contrario minor ita, ut si densitas sit in ratione reciproca multiplicata per m; gravitas in superficie sit ad gravitatem in quavis aliâ distantiâ a centro in ratione reciproca multiplicata per m unitate minutum. Inde fiet, ut si densitas crescat magis, quam in ratione reciproca simplici distantiarum, fluidum in supramâ superficie affundendum ita, ut ejus elevatio gerat vices elevationis fluidi densioris propioris centro, debeat esse multo copiosius, tum ob minorem gravitatem singularum particularum, tum ob minorem numerum particularum fluidi rarioris; & cum densitas illius, & gravitas possit esse infinities minor, quam densitas, & gravitas fluidi centro proximi; fieri poterit, ut ad compensandam perquam exiguam elevationem hujus fluidi existentis in singulis orbibus centro proximis, requiratur infinities major elevatio illius, ac summa elevationum omnium fluidi tenuioris proximi superficiei necessaria ad compensandam exiguam summam perquam exiguarum elevationum, quæ haberi deberent in singulis orbium segmentis, sit infinities major, quam exigua summa elevationum

tionum segmentorum omnium: quod ipsum omnino accidit in *Bernoulii* calculo.

65. Cæterum si aeris altitudo mutaretur per duo milliaria; mercurius deberet jam elevari in barometro jam deprimi multis digitis. Altitudo mercurii semper æquatur ponderi aeris supra mercurium elevati usque ad superficiem supremam Atmosphæræ, adeoque non exhibet pondus medium Atmosphæræ totius, sed pondus columnæ Atmosphæræ sibi incumbentis. Gerit enim ejus vices, & perstaret in æquilibrio cum columna ipsi æquali, si tubus inflexus ex altera parte protenderetur usque ad ipsam Atmospheræ superficiem. *Bernoullius* confugit ad elasticitatem aeris, qua pressio propagatur per Atsmosphæram, & Atmosphæra ipsa ad æquilibrium tota reducitur. At æquilibrium nihil aliud requirit, nisi ut quodvis punctum secundum directionem quancunque æquè prematur, non autem ut pressio, quam habet unum punctum uno in loco situm æquetur pressioni, quam habet alibi aliud punctum. Sic licet Atmosphæra tota in æquilibrio sit; adhuc tamen pressio in diversis altitudinibus diversa est, & iccirco si barometrum elevetur in montes, mercurius descendit. Sed hæc omnia post Geometricas demonstrationes, & calculos fient in 2. parte multo clariora iis, qui Geometriæ ipsi assueverunt. Interea hæc satis erunt ad vindicandam *Nevvtoni* methodum, qui licet adhibuerit hypothesim densitatis constantis: tamen non iccirco in determinandâ marini æstus magnitudine aberravit.

66. His expeditis circa actionem Luminaris alterius, investigabimus effectum actionis utriusque simul; ubi motum illum punctorum maximæ elevationis fluidi, sive illam oscillationem diametri longissimæ proprioris semper diametro directæ ad Lunam, quam diametro directæ ad Solem, quam exposuimus num. 44. determinabimus methodo synthetica, & multo simpliciore determinatione, quam ea sit, quæ a *Bernoullio* per calculum inventa est; ut innotescat Geometriæ multo præstantior aliquando, quam calculi usus, potissimum in iis, quæ solum calculum differentialem requirunt. Hic generalissimè soluto problemate, quo quæratur in dato loco elevatio aquæ ad datum tempus, spectatâ solum æquilibrii lege, & abstrahendo ab impedimentis Terræ superantis aquas, quod non minus accurate determinari potest, quam determinentur Eclipses, attingemus aliqua ex iis, quæ ad loca impedita pertinent, & definiemus, ea, quæ per synthesim puram definiri poterunt circa æstus marium extensorum secundum positionem Meridiani vel Paralleli methodo minus generali quam sit proposita ab *Eulero*, at multo correctiore, & tutiore. Determinationem eorum, quæ ab inertiâ materiæ pendent, ne fictitiis, & fortassè etiam repugnantibus Hypothesibus utamur, omittemus, memores ejus consilii; *& quæ desperes tractata nitescere posse, relinque*.

67. Hæc

67. Hæc quidem in secundam Dissertationis partem rejecta, in qua Geometriam sublimiorem adhibemus, hic adumbravimus, ut iis, quibus molestior est figurarum inspectio, & contemplatio Geometrica, quæ maxime ad argumenti tractationem necessaria sunt, utcunque innotescant.

68. Sed ostendendum hic demum est, quo pacto & hæc theoria, & universa Nevvtoni Physica cum Telluris quiete conciliari possit quod num. 29. proposuimus tertio loco. Eam quidem methodum superiore quoque anno indicavimus, eademque iis omnibus, a quibus Telluris quies ut in sacris litteris revelata omnino admitti debet, per quam necessaria est, si pulcherrimis quibusque nostri ævi inventis in Naturæ explicatione uti velint. Explicabimus autem hic primò nostrum Systema: deinde ostendemus in eo phænomena omnia eodem pacto debere contingere, quo in hypothesi Nevvtoniana Terræ motæ: tum exponemus, qua via ad id Systema directè deducamur a phænomenis naturæ, si quies Terræ assumatur, tanquam datum quoddam: demum demonstrabimus nihil, quod alicujus ponderis sit, posse contra Systema ipsum objici; ac proinde etiam si Terræ nec quies nec motus aliunde assumatur, nihil esse in naturæ phænomenis, quod recta ratiocinatione usum, & præjudicia seponentem potius ad motum determinet quam ad quietem Telluris, immo etiam ad quietem, si libeat, sive Planetæ, sive Fixæ cujuslibet, sive cujuslibet puncti materiæ ita; ut eodem prorsus pacto salva esse possint phænomena omnia, sive quævis mundanæ materiæ particula quiescat, sive moveantur omnes; nimirum ab unius Conditoris arbitrio dependere, utrum omnes moveri debeant, an una quævis quiescere reliquis omnibus motu quopiam traslatis, salvâ prorsus phænomenorum serie, & alvis eorundem causis Mechanicis.

69. Concipiatur spatium illud, quod continet omnes Fixas, Planetas, & Cometas, quod dicatur *Spatium Sydereum*. Id spatium potest concipi vel immobile, vel mobile quocunque motu, eo pacto, quo Geometræ concipiunt moveri puncta, lineas, & superficies. Habeant omnia corpora vim inertiæ respectivam respectu hujus spatii; ut nimirum quodlibet corpus vi inertiæ debeat quiescere vel moveri uniformiter in directum, non quiete, & motu absolutis, sed quiete, & motu respectivis respectu hujus spatii; & sive spatium illud moveatur, sive quiescat, semper debeat corpus quodlibet manere in eodem ejus spatii puncto utcunque translato, vel moveri per rectam lineam ejus spatii, utcunque translatam, prout aliquandiù manserit in eodem puncto, vel moveri cœperit in eâdem rectâ, nisi quatenus ab aliis viribus cogatur eum statum mutare. Tum habeant corpora omnes eas vires, quas alii Philosophi, qui Terram movent, admittunt, & *Nevvtonianam* quoque gravitatem generalem. Præterea spatium illud moveatur motibus contrariis, & æqualibus prorsus

C

sus iis motibus, quos in hypothesi *Nevvtoniana* haberet Tellus. In hoc Systemate dicimus phænomena omnia eodem prorsus modo debere contingere, quo in Systemate *Nevvtoniano* Terræ motæ.

70. In hoc Systemate duæ tantum leges naturæ adduntur legibus communiter admissis. Prima est toti materiæ generalis, qua vis inertiæ quam alii admittunt absolutam respectu spatii infiniti immobilis, nos admittimus respectivam respectu spatii syderei mobilis. Secunda est propria totius spatii ipsius syderei, quod ponimus moveri motibus æqualibus, & contrariis iis, quibus movetur Tellus. Ii motus ad duos reduci possunt. Alterum quo id spatium convertatur motu vertiginis singulis diebus in Occidentem circa certum axem, qui dicitur axis Æquatoris, sed axis ipse interea motu lentissimo circa alium axem Eclipticæ convertatur, & nutet etiam nonnihil, motibus semper contrariis iis, quibus Terræ axis movetur in *Nevvtoniana* sententia. Alterum, quo idem spatium moveatur motu progressivo fere elliptico, sed nonnihil degenerante ab Ellipsi, eo quod Terra in hypothesi *Nevvtoniana* describit fere Ellipsim circa Solem; nam quominus sit accurata Ellipsis, impedit motus, quem habet circa commune gravitatis centrum cum Lunâ, & impediunt motus exigui orti a gravitatione in Planetas reliquos, atque Cometas.

71. Translatio hæc spatii solâ mente concepti ad explicandam analogiam, & certam legem motuum simplicium, a quibus motus verus & unicus componitur, difficultatem apud Astronomos habere nequaquam debet. Sic orbitæ Satellitum Jovis, & Lunæ concipiuntur translatæ simul cum ipsis Satellitibus vel Luna, & interea earundem orbitarum varii motus concipiuntur, licet ipsæ orbitæ reales nullæ sint. Verum si cui durior videatur alligatio hæc vis inertiæ ad spatium imaginarium, & mobile, & spatii finiti purè imaginarii motum in spatio imaginario infinito immobili prorsus respuat; is potest tres orbes reales, & e materia compactos concipere, quorum ope Systema idem sic absolvet. Sit primum orbis sphæricus æquè crassus prorsus immobilis, quem poterit appellare *Firmamentum*. Sit intra hunc alius Orbis priori concentricus, qui revolvatur circa proprium axem Æquatoris immobilem motu diurno. Is secundus orbis poterit dici *Primum mobile*. Sit intra hunc tertius orbis, cujus centrum describat Ellipsim turbatam æqualem, & contrariam illi, quam describit Terræ centrum in Hypothesi *Nevvtoniana*, & præterea habeat vim inertiæ respectivam respectu orbis secundi, cujus iccirco motum diurnum participet, ac præterea omnia ejus puncta moveantur motu lentissimo circa alium axem nonnihil nutantem, contrario & æquali ei, quo axis Terræ circa axem Eclipticæ convertitur, & nutat. Is orbis poterit dici *Cælum sydereum*. Intra hunc orbem omnia sydera, & reliqua corpora sita sint, & habeant vim inertiæ respectivam respectu hujus Coeli syderei in sensu

supra

ſupra expoſito. Cœlum Sydereum habebit motus æquales ſed contrarios iis, quos Terra habet in ſententia *Nevvtoniana*, cum hoc tantum diſcrimine, quod motus diurnus Terræ fit in ſententia *Nevvtoniana* ſemper circa centrum Terræ ipſius, motus diurnus hujus Cæli ſyderei fit circa centrum primi Mobilis. Ad hoſce binos cæleſtes orbes transferentur bini motus Terræ, quorum alter fit circa ejus centrum, alter fit ab ejus centro in ipſa *Nevvtoniana* ſententiâ. Quies reſpectiva reſpectu Cæli ſyderei erit diſtantia non mutata ab ejuſdem punctis quibuſcunque, utcunque translatis: motus per rectam reſpectivus reſpectu ejus Cæli erit motus in lineâ rectâ jungente bina quævis ejus puncta utcunque translata. Cæterum quod attinet ad noſtri Syſtematis conſtitutionem, unicè ut Telluris quies cum *Nevvtoniano* Syſtemate, & cum mechanicis rationibus conſentiat, nulla eſt neceſſitas hujuſmodi Cælorum realium; ut nulla eſt neceſſitas realis orbitæ Lunaris jam productæ, jam contractæ, jam magis jam minus inclinatæ ad Eclipticam, jam in his jam in illis punctis ſecantis Eclipticam ipſam.

72. Jam vero illud eſt nobis omnino perſuaſum, neminem fore Mechanicæ & Aſtronomiæ peritum, qui non videat, Terram ſemel initio Mundi ritè collocatam in hoc Syſtemate debere prorſus quieſcere, & tamen omnia phænomena debere eodem prorſus modo contingere, quo in hypotheſi *Nevvtoniana* Terræ motæ contingunt. Ut tamen id clarius innoteſcat, duo præmittimus: 1. illud in Mechanicâ notiſſimum. Si Mobile quodvis reſpectu cujuſvis ſpatii moveatur motu quolibet, & interea illud ſpatium moveatur motu oppoſito, & æquali ei, quem mobile deſcribit reſpectu ſpatii ipſius; illud mobile nullo motu vero, & abſoluto movetur, ſed prorſus quieſcit. Si globulum per regulam promoveas, ſed tantundem regulam retrahas; globulus verè eundem ſemper locum occupabit, licet reſpectu regulæ moveatur, & ſtanti in ipſa regula, vel regulæ motum non ſentienti videatur moveri. Si per rotæ peripheriam moveatur in gyrum Formica, ſed tantundem in oppoſitam partem regrediatur rota; Formica locum ſemel occupatum non deſeret. Res clarius etiam apparebit, ſi in chartâ deſcribatur curva quævis linea, tum alia charta exiguo foramine perforata moveatur motu parallello ita; ut centrum foraminis ſit ſemper in illâ curvâ: Styli autem vertex immotus teneatur ita, ut mobilem chartam contingat. Deſcribet hic in chartâ mobili curvam æqualem prorſus ei, quæ in chartâ immotâ deſcripta fuerat, ſed ſitu contrario poſitam. Styli vertex movebitur reſpectu chartæ per curvam illam, quam in ea deſcribit: ſed quia interea ipſa charta movetur tantundem motu contrario, & æquali; vertex ille ſtyli binis hiſce motibus oppoſitis ſeſe elidentibus, prorſus quieſcet.

73. Præmittimus 2., quod pariter eſt omnino evidens: quod-

cunque

cunque materiæ punctum in hoc nostro Systemate, respectu spatii syderei descripturum eosdem illos motus, quos in Systemate *Newtoniano* describit motu absoluto. Nam corpus semel quiescens respectu hujus spatii, semper quiescet respectu ipsius utcunque translati, ob vim inertiæ; donec ab aliqua vi determinetur ad motum. Corpus semel in motu positum, perget moveri eadem in recta ejusdem spatii, sive ita, ut bina puncta spatii syderei, quæ semel jacebant indirectum cum eo corpore, semper indirectum jaceant, & moveri perget velocitate respectivâ eâdem, sive ita, ut æqualia sint segmenta ejusdem rectæ utcunque translatæ æqualibus temporibus percursa; nisi quatenus aliæ vires cogent deflectere a motu rectilineo. Quare Terræ centrum eodem prorsus respectivo motu movebitur respectu ejus spatii syderei. Nimirum projectis per rectam quandam ejus spatii ipsâ Terrâ, & Lunâ, eæ detorquebuntur ab eo motu rectilineo ad curvam Ellipticam. Interea alio impulsu habito, procederet motu rectilineo totum hoc Systema, sed gravitate in Solem deflectet ad orbem curvum in eodem spatio delineandum proximo ellipticum, & singula superficiei puncta eundem prorsus motum habebunt respectu spatii syderei utcunque moti, & respectu cujusvis corporis eodem inclusi, quem haberent, si id spatium quiesceret.

74. At his duobus præmissis manifesto illud consequitur: si Terræ centrum semel collocatum fuerit in puncto spatii syderei, quod ipsi respondet, & axes congruant; debere quiescere Terræ centrum, & axem; elisis prorsus motibus contrariis Terræ tam progressivo, quam vertiginis respectu spatii syderei, & motibus spatii syderei respectu spatii immobilis, sive Terræ respectu Cæli syderei, & hujus respectu Firmamenti. Phænomena autem omnia eodem modo contingent; quia quodvis aliud corpus, quodvis aliud materiæ punctum habebit eosdem motus respectu hujus spatii syderei translati, sive quod idem est, occupabit iisdem temporibus eadem ejus puncta, quos haberet, sive quæ occuparet, si spatium quievisset. Exempli gratia idem æstus maris continget; quia inæqualitas gravitatis in Solem, & Lunam efficient, ut maria sub Sole, & Luna, ac in partibus oppositis magis recedant ab eo puncto spatii syderei, in quo erit centrum Terræ, quam circumquaque per unum quadrantem. Terra Planetas singulos spectabit in eadem positione ad se invicem, vel ad fixas, & eandem ab iis distantiam habebit; quia ipsa Terra & ipsi Planetæ, & Fixæ omnes, occupabunt eadem puncta hujus spatii syderei, quæ occuparent, si spatium ipsum quiesceret.

75. Ad rem adhuc clarius intelligendum, concipiatur in navi cubiculum, in quo dum navis adhuc quiescit, moveatur quispiam in gyrum circa punctum in medio pavimento designatum, & simul alii pariter circa idem punctum moveantur in gyrum in iisdem distantiis. Interea incipiat navis transferri motu prorsus contrario; & æquali

ei. quo is movetur intra Navim; ac cum Navi ipsâ moveatur eodem motu quidquid in eâ est. Profecto idem ille eandem perget habere positionem respectu partium Navis ipsius, respectu omnium ejus punctorum, respectu cæterorum omnium, qui sunt in Navi; nec mutationem novam, nec translationem navis ipse sentiet. Et tamen ipse, qui navi quiescente, movebatur motu vero, navi jam contrario motu delatâ, quiescet, quod certissimum est; & ut ex primis ipsis Mechanicæ, ac Geometriæ elementis notissimum est, ita quiescet; ut si quis eum tubo optico immobili e littore contemplaretur, videret prorsus immotum. Actio illa qua ipse motum suum in navi immota producebat, conservabatque, manebit eadem translatâ navi; sed quæ ipsius motum generabat verum, & absolutum, nunc generando motum tantùm respectivum, solum impedit ejus translationem cum Navi. Idem verò adhuc contingeret si is etiam se circa se ipsum converteret, sed navis interea circa ipsum motu æquali, & contrario converteretur.

76. Id ipsum Telluri accidit in nostro Systemate. Spatium illud sydereum est velut illa navis. Si hoc spatium per aliquot annos quiescat, habebitur *Nevvtoniana* Hypothesis Terræ motæ omnibus iis motibus, quos exposuimus, & habebitur explicatio tot naturæ phænomenorum redacta ad simplicissimam generalis gravitatis legem. Incipiat jam illud spatium moveri motu contrario, & æquali iis omnibus motibus, & ipsius motum comitentur corpora omnia in eodem spatio inclusa. Nullum sanè ex iis corporibus eo spatio inclusis poterit mutationem ullam sentire; & quicunque in Terra fuerit, eodem prorsus pacto phænomena omnia contemplabitur, eandem particularum omnium materiæ positionem ad se ipsum, eandem earundem ad se invicem deprehendet. Et tamen quiescet Tellus, quam etiam omnino quiescentem videret, qui extra illud spatium constitutus contemplaretur. Gravitas ex.gr., quam habet in Solem non id efficiet, ut in Solem recidat, sed ipsa & projectio per rectam tangentem orbitæ Ellipticæ designatæ in eo spatio circa centrum gravitatis commune cum Sole id efficient, ut semper debeat esse in arcu orbitæ ipsius in eo ejusdem puncto, quod motu spatii contrario retractum semper idem occupabit punctum spatii immobilis infiniti. Nisi id gravitas, & vis tangentialis præstarent; Terra etiam eodem spatii motu abriperetur, ut Planetæ omnes: eodemque pacto Terræ superficies in gyrum diurno motu vero cum Astris omnibus in gyrum abriperetur, nisi vis tangentialis, ex rotatione ipsi in contrariam partem impressa, & gravitas in ejus centrum directa obstarent, quibus fit, ut Terræ superficies respectu ejusdem spatii, eundem habeat motum circularem, quem spatium habet in partem oppositam, quod ipsum requiritur, ne cum aliis Astris abrepta in gyrum diurno motu abeat etiam ipsa. Solum sub Æquatore vis centrifuga orta ex determina-

tione abeundi respectu spatii mobilis potius per rectam, quam per circulum detrahet aliquid de gravitate; ac proinde æquilibrio sublato intumescent ibidem maria, & figura Telluris erit ad Polos compressa eodem prorsus modo, quo in Hypothesi *Nevvtoniana*.

77. Unicum, sed maximum descrimen habebitur in ea Navi, & in nostro Systemate. Quoniam corpora intra Navim posita gravitatem habent in centrum Terræ positum extra Navim; corpus in medio cubiculo sibi relictum non stabit, sed cadet deorsum: & quoniam corpora in ea sita non habent vim inertiæ respectivam respectu ejus Navis, sed respectu spatii extra Navim positi; corpus intra illud cubiculum situm non statim accipiet motum, quem Navis habet, & si Navis motu curvilineo movebitur, conabitur abire per rectam lineam, ac vim centrifugam concipiet, quæ statum ejus respectu Navis turbabit: & hoc pacto si citius Navis ipsa circa axem quendam rotaretur, sentiret profecto unusquisque intra eam positus rotationem ipsam ope frictionis sibi communicatam. Si musca volaret in immotâ Navi, tum Navis moveri inciperet; musca ipsa suo ipsius motui motum Navis non adjungeret, nisi posteaquam aer cubiculo inclusus a lateribus ipsis paulatim eundem motum reciperet, & cum volante muscâ communicaret. Secus in nostro Systemate, ubi cum ponamus inertiæ vim respectivam respectu spatii syderei, in quo omnia inclusa sunt Astra, & omnia corpora, quæ hinc a nobis, usque ad remotissimas Fixarum omnium regiones protenduntur, spatii motum corpora ipsa inclusa statim cum eodem spatio participant, sine ullâ difficultate, aut resistentiâ, aut morâ; & licet Fixæ omnes & Planetæ motu vero velocissimo describant circulos, & hosce maximè inæquales, nulla tamen ex iis motibus vis centrifuga orietur, quæ Fixarum quietem respectivam, aut Planetarum, & Cometarum proprios motus a gravitate ortos perturbet. Cum enim vim centrifugam pariat vis inertiæ, qua corpus determinatur ad quietem, vel ad motum rectilineum, nisi aliæ vires obsint; nullam vim centrifugam generabit nostra inertiæ vis ei spatio alligata, respectu cujus tum potissimum quiescunt corpora, cum eosdem ipsius spatii motus comitantur. Fac repente corpora intra Navis cubiculum posita amittant gravitatem in Terram, nec in alia quævis corpora extra Navim sita ullâ vi sollicitentur, & vis eorum inertiæ, quæ a Navi ipsâ non dependet, fiat respectiva respectu Navis ipsius; & jam nostrum Systema cum eo Navis casu prorsus congruit, & intra eam jam poterit concipi adumbratum totum nostrum Systema mundanum, velut in quodam *Archimedeo* vitro, quod omnia phænomena exhibebit prorsus eadem, sive quiescente Navi moveatur verè ille globulus, qui Terram referet, sive eâdem motibus contrariis agitatâ, idem verè quiescat, & motu tantum respectivo agitetur. Si corpora, quæ intra Navim sunt, connexa essent invicem, & cum Navi per solidas regulas ferreas vel li-

ligneas; ſoliditas illa cogeret ſequi motus omnes Navis, & ſervare poſitionem reſpectivam reſpectu Navis ipſius; ſed impediret omnino motus reſpectivos ab aliis viribus productos. Noſtra vis inertiæ idem præſtat, quod ſoliditas in ordine ad communicandos ſtatim omnes motus ſpatii corporibus incluſis: ſed permittit liberam actionem omnibus aliis viribus motus reſpectivos producentibus intra ſpatium.

78. Atque hic illud etiam fit manifeſtum, eodem prorſus pacto, quo Terra in hoc Syſtemate immota ponitur, ſpatio tranſlato motibus contrariis & æqualibus iis, quos ea in hypotheſi *Nevvtoniana* habet, eodem pacto poſſe quieſcere Planetam alium quemlibet, & aliud punctum quodcumque; dummodo ſpatium illud mobile, quod ſydereum diximus, habeat motus contrarios & æquales motibus ejuſdem Planetæ vel puncti; & vis inertiæ ſit ut prius reſpectiva reſpectu ejuſdem ſpatii: quod oſtendit infinita Syſtemata ab hoc etiam noſtro Telluris quieſcentis diverſa, & quæ omnia phænomenis probe reſpondeant.

79. Ut autem conſtet non arbitrarium eſſe hoc noſtrum Syſtema, ſi Terræ quies aſſumatur tanquam datum quoddam; ſed eò nos a naturæ phænomenis directè deduci; diligenter notandum eſt in motibus maximè implexis, qui ex aliis ſimplicioribus componuntur, ut ipſorum leges definiri poſſint, & cauſæ inveſtigari, non eſſe ipſos motus compoſitos conſiderandos in ſe ipſis, ſed illos ſimplices, ex quorum combinatione iidem oriuntur. Sic ſi Horologium rotis, & elaſtica lamina compoſitum oblique projicias, & notare poſſis viam per aerem deſcriptam a dente quopiam velocioris rotæ, invenies profecto ſpiram quandam maximè prima fronte irregularem, quæ tamen componitur ex parabolico motu orto a projectione, & gravitate, & ex circulari orto ab elaterio laminæ ſe expandentis, & trahentis rotas, ope catenulæ. Hujus compoſiti motus ſingula puncta immediatè admodum difficulter determinabis; cauſam phyſicam, niſi a ſe invicem componentes motus ſejunxeris, nunquam invenies. Jam vero ſi quieſcente Terrâ motus Planetæ cujuſpiam aut Cometæ obſervetur; is prima fronte admodum implexus eſt, & irregularis, ſpiris nunquam in ſe redeuntibus implicatus, iis omnibus motibus, & motuum legibus, quas in natura cernimus, prorſus repugnans. At idem in ſimpliciſſimos quoſdam reſolvitur, qui ſi ritè conſiderentur ſeorſim, & eorum leges, & cauſæ etiam phyſicæ poterunt determinari.

80. Conſiderata tota hac maſſà Fixarum, Cometarum, & Planetarum, videmus reſpectivos eorum motus, & proprios, eoſdem eſſe illos, ex quibus *Nevvtonianum* Syſtema profluxit: Quietem Fixarum reſpectivam parum admodum exiguis mutationibus perturbatam; unde etiam Fixarum nomen adeptæ ſunt: Planetarum & Cometarum Orbitas e ſectionum Conicarum genere cum foco Secundariorum in Primariis, Primariorum, ac Cometarum omnium in Sole, cum areis

tempori proportionalibus, cum quadratis temporum periodicorum proportionalibus cubis distantiarum mediarum. Terra ipsa licet absolute quiescens, adhuc successive occupat diversa puncta hujus massæ, seu spatii, in quo hæc ipsa massa concipitur, & in hoc spatio designat orbitam easdem leges servantem, quam Planetæ; Simul autem dum hi motus peraguntur respectu massæ totius, sive respectu spatii, in quo inclusa sunt ea omnia corpora, videmus binos motus alterum diurnum & communem omnibus Fixis, Planetis, Cometis, quo circa Axem Æquatoris ferantur, alterum annuum quo Sol circa Terram convertitur per Eclipticam, communem saltem Planetis omnibus, & Cometis demptâ Lunâ, quorum orbitæ cum Sole ipso transferuntur. Nec hi duo motus quidquam perturbant motus illos particulares, nec positionem respectivam Fixarum, ac Planetarum ad se invicem, & respectu spatii totam hanc massam continentis, respectu cujus Terra sola mutat positionem, iisdem ejus surperficiei punctis jam respondentibus uni, jam alteri puncto totius massæ motu diurno translatæ, & sola Terra cum Lunâ mutat positionem respectu systematis Planetarii, & Cometici cum Sole translati, occupando successivè diversa ejus puncta.

81. Hìc jam statim illud directè eruitur, corpora hoc spatio inclusa habere vim inertiæ alligatam spatio ipsi, & non habere determinationem abeundi per rectam lineam utcunque, sed per rectam hujus spatii translati motu diurno, & annuo. Nam aliter, quod ex Mechanica facile deducitur, motus diurnus, & annuus turbarent prorsus motus particulares Planetarum potissimum, & Cometarum: nec utcunque complicatissimis etiam viribus adhibitis, quas & *David Gregorius* in sua Astronomiâ innuit, ad elidendas vires centrifugas ex tot motibus oriundas, turbatio impediri posset: nam vires tangentiales adhuc perturbarentur; quod facile admodum in Mechanicâ demonstratur. Respectivam autem vim inertiæ respectu spatii ipsius illud etiam probat, quod radiis luminis a Fixis, & a Planetis ad nos transmissis diurnus motus cum omnibus cælestibus corporibus tribuendus omnino est. Si radii luminis deferantur ad nostros oculos per lineam verè rectam, non rectam respectu spatii continentis massam illam omnem Coelestium corporum; perturbarentur & Planetarum, & Cometarum ipsorum orbitæ, ut in disquisitione in universam Astronomiam fusius exposuimus, & motus, qui ordinatissimi apparent, revera essent inordinatissimi, ac in Fixis quoque vel quædam prorsus improbabiles hypotheses confingendæ essent, vel motus observationibus omnibus prorsus contrarii necessario consequerentur. Nam lumen successivè propagari, & spatio 7. vel 8. minutorum è Sole deferri in Terram, satis accuratis observationibus, & satis firmâ ratiocinatione deducitur. Quamobrem radii, quos excipimus, profecti sunt a Planetis post multa minuta temporis, & quidem ab aliis plura ab aliis pauciora,

ciora, & ab eodem Planeta post plura vel pauciora minuta, prout magis, vel minus distant a Terra: a Fixis verò post horas, dies, & menses etiam, ac a remotioribus fortasse etiam post annos. Cum igitur quaternis quibusque minutis sydera omnia conficiant diurno motu unum gradum; si lux eâ directione deveniret ad oculos, qua discedit, & diurnus motus verus esset motus syderum; Planetæ & Cometæ occuparent loca pluribus gradibus diversa ab iis, in quibus apparent, & quidem numero graduum fere semper diverso ab eo, per quem Sol a loco viso distaret, & jam majore, jam minore: quod orbitam Ellipticam transformat in aliam prorsus irregularem, nec habentem Solem pro foco, nec areas proportionales tempori, nec quadrata temporum proportionalia cubis distantiarum; vel oscillationem quandam orbitarum inducit in aliis Planetis longè aliam, perturbato miro illo ordine, & tota analogiâ Cælestium motuum funditus eversa. Incredibile autem est perturbatissimos motus ita per propagationem luminis successivam restitui, ut hinc è Terra spectati, atque ope trigonometriæ redacti ad Solem ordinatissimi fiant; sed vel ex ipso Sole, vel quocunque alio è loco spectati adhuc inordinatissimi debeant apparere.

82. In Fixis autem, nisi eædem æquè omnes a Terrâ distent, vel intervalla distantiarum respondeant accurate uni, vel pluribus conversionibus diurnis, distantiæ quæ nobis apparent, essent majores vel minores, quam revera sint ita, ut si binæ Fixæ in directum jacerent cum Terrâ, sed ab aliâ per aliquot horas prius deferretur lumen, quam ab aliâ; totidem quindenis sui paralleli gradibus apparerent distantes a se invicem; cumque ob motum, quem habent Fixæ omnes circa axem Eclipticæ lentissimum quidem, sed ab Astronomiâ excultâ huc usque non ita exiguum; aliæ ad Polos Aequatoris accesserint, aliæ recesserint, ac magnitudinem paralleli, in quo motum diurnum peragunt, mutaverint; mutatæ fuissent distantiæ ipsæ apparentes ad se invicem: & eodem pacto distantias apparentes reliquarum omnium Fixarum non æquè a Terrâ distantium mutari oporteret, contra quam observamus: eædem enim ad sensum ab Astronomiâ excultâ perseverant. Ea omnia evitantur si radius luminis, dum per hoc mundanum spatium defertur ad Terram, progreditur etiam ipse motu diurno cum reliquis omnibus Cælestibus corporibus, & spatii totius motum comitatur.

83. En igitur, quo nos, positâ Terræ quietæ, phænomena deduxerunt. Corpora omnia Cælestia diurnum quendam communem motum habent, quem habet & lumen ipsum, nec eo motu perturbantur peculiares motus ordinatissimi Planetarum, & Cometarum. Quid ni igitur ad universam hanc materiam transferatur ejusdem motus necessitas orta ex translatione spatii, in quo eadem materia versatur, & affixione materiæ ad spatium ipsum, cum quo debeat

quiescere si quiescat, moveri si moveatur, & respectu ipsius in directum moveri, si motu aliunde accepto statum respectivum in eodem spatio mutare debet? Terra ipsa deberet eo pacto abripi in gyrum: sed impressus ipsi Terræ motus contrarius ei similis, quo Sol, quo Jupiter, quo Mars, quo Venus, quo Luna etiam circa proprium axem convertitur, id efficiet, ut ea respectu ejusdem spatii feratur in oppositam partem, & jam aliæ Fixæ, jam aliæ iisdem ejus superficiei punctis respondeant, sed verè & absolutè quiescat. En utranque ideam translationis spatii, & vis inertiæ corporum eodem inclusorum respectivæ respectu ipsius spatii è phænomenis immediatè erutam, quæ applicata annuo motui totius Planetarii systematis circa Terram extenso pariter ad materiam omnem spatio sydereo inclusam, ac ad motus reliquos omnes necessarios, ut Terra licèt agitetur gravitate universali, quæ ex consideratione motuum particularium deducitur, prorsus ut in Systemate *Newtoniano*, quiescat, ad nostrum nos Systema totum paulatim deducit: quod posita Terræ quiete ut dato quodam, non solum arbitrarium non est, sed directa, & solidissima ratiocinatione colligitur ex ipsis naturæ phænomenis.

84. Illud jam reliquum est, ut demonstremus nihil, quod alicujus ponderis sit posse contra Systema ipsum objici. Perturbationem motuum in hoc Systemate nullam haberi debere, si quæ bina principia principiis Machanicæ communiter admissis adjecimus, admittantur; nec Terram a gravitate in Solem de loco suo dimoveri posse, & multo minus in Solem recidere, evidentius est, quam ut iterum hic immorandum esse videatur. Duo tantùm obiici possunt, quæ iis omnibus, qui Telluris quietem ut aliunde cognitam non admittunt, summam difficultatem facessent; & nostrum systema omnino respuendum esse persuadebunt. Primum est illud: vim inertiæ corporum non esse respectivam, seu alligatam spatio cuipiam, sed absolutam ita; ut corpus etiam in vacuo collocatum debeat moveri per rectam lineam. Secundum: translationem illam spatii factam motibus contrariis & æqualibus iis, quibus movetur Terra in *Newtoniano* Systemate gravitatis generalis, nullo pacto admitti posse; vel quia sit contraria Mechanicæ legibus, vel quia opponatur simplicitati Naturæ, vel saltem; quia sit arbitraria, & una ex infinitis aliis, quæ haberi possent, quam præ cæteris existere in natura sit magis improbabile tot vicibus, quot vicibus plures sunt infiniti alii possibiles motus, quam is unicus.

85. Quod ad vim inertiæ pertinet, sive ad determinationem, quam habent corpora perseverandi in eodem statu quietis, vel motus uniformis in directum, id principium nobis innotescit unicè ex observationibus, atque experimentis, & ut ajunt, *a posteriori*. Nam *a priori* omnino innotescere non potest, cum ipsa nobis natura corporum non innotescat. Jam verò observationes, & experimenta omnia instituta profectò sunt in hoc ipso sydereo spatio, quo nomine

illud

illud appellavimus spatium, quod Terram continet, & omnia sydera. Ac proinde indicant perseverantiam in eodem statu, non absolutam, sed respectivam respectu spatii ejusdem; quod spatium si quiescat, ea perseverantia absoluta erit; si moveatur, erit tantummodo respectiva.

86. Conati quidem sunt nonnulli deducere necessitatem vis inertiæ absolutæ, qua nimirum corpus ubicunque positum semper conetur perseverare in quiete, vel in motu uniformi in directum vero & absoluto, ex principiis Metaphysicis. Ita *Eulerus* sub ipsum initium Mechanicæ suæ eam ex principio rationis sufficientis demonstrare nititur prop. 7. 8. 9. in quibus sic proponit. *Corpus absolutè quiescens perpetuo in quiete perseverare debet, nisi a causa externa ad motum sollicitetur. Corpus absolutum habens motum, æquabiliter perpetuo movebitur, & eadem celeritate jam antea quovis tempore fuit motum, nisi causa externa in id agat, aut egerit. Corpus absoluto motu præditum progredietur in linea recta.* Vis autem demonstrationis huc reducitur. Concipit *corpus hoc existere in spatio infinito, atque vacuo*, & affirmat *nullam esse rationem: quare potius in hanc vel illam plagam moveatur: quare potius in hoc majorem, minoremve habeat celeritatem, quam in illo loco: quare in hanc potius quam aliam regionem declinet.* Unde concludit ex defectu sufficientis rationis consequi, *perpetuo quiescere debere*, si quiescit, *perpetuo eadem moveri celeritate*, si movetur, & *in directum progredi*. Tum ut evincat idem in Mundo etiam ita se habere debere. *Non est credendum*, inquit, *in spatio infinito illo, & vacuo defectum sufficientis rationis, unicam esse causam permansionis in quiete: sed nullum est dubium, quin in ipsa corporis natura sita sit causa hujus phænomeni. Defectus scilicet sufficientis rationis non potest pro vera & essentiali cujusque eventus causa haberi, sed tantum veritatem, idque rigidè demonstrat. Quin & simul indicat in ipsa rei natura occultam esse causam veram essentialem, quæ non cessat cessante illo sufficientis rationis defectu.*

87. In primis illud ipsum principium sufficientis rationis necessariæ ad hoc ut è binis æquè possibilibus alterum potius fiat, quam alterum, nos omnino probare non possumus saltem tam latè sumptum, quam sumi solet: Manifesto enim pugnat cum libertatis notione, qua qui præditi sunt, possunt pro unico arbitrio suo alterum præ altero eligere, quin ulla sit potior ratio cur illud velint, quod seligunt, præ eo, quod respuunt. Erit semper ratio aliqua cur velint; sed non semper erit ratio potior, cur velint alterum præ altero; & stabit pro ratione voluntas ipsa. Deinde principium idem, quod nunc maximè usque adeo adhiberi solet, putamus omnino nunquam posse ulli esse usui ad quidpiam utcunque determinandum, & multo minus ad demonstrandum. Nam aliud sanè est, quod nulla sit ratio sufficiens, aliud quod nulla nobis innotescat. Quam hebes sit mentis nostræ

aciès,

acies, atque obtusa; satis profecto experimur. Ex infinitis tot effectuum causis, quæ in mundo existunt sive eæ physicæ sint, sive finales, quam paucas novimus, quam multas penitus ignoramus? Quid de iis quæ esse possunt? Quis unquam sanæ mentis homo, sufficientem rationem, iccirco, quia nullam videat, nullam esse affirmet?

88. Sed ut ad rem nostram propius accedamus: illud inprimis præmittimus, observari quidem a nobis perseverantiam in eodem statu in Mundo, nisi causa aliqua ad mutationem determinet; sed re altius inspectâ nullam apparere metaphysicam necessitatem ejus principii. Neque enim videmus, cur perseverantia in aliquo statu per aliquod tempus debeat necessario trahere perseverantiam per reliquum tempus omne, quod sequitur. Deinde ut æquabilitas motus est quidam status corporis, ita incrementum vel decrementum motus factum datâ quacunque lege est pariter quidam status. Æquabilis motûs celeritatem exprimunt ordinatæ ad rectam lineam parallelam rectæ infinitæ tempus infinitum exprimenti: motûs accelerati uniformiter, vel retardati celeritatem, ordinatæ ad lineam pariter rectam sed inclinatam; celeritatem motûs accelerati aliâ quavis lege, ordinatæ ad alias curvas continuas, regulares, in se ipsis æquè simplices, licet respectu nostri maximè compositas. Cur ille unicus status motus æquabilis expressus per rectam parallelam perseverare debeat, si semel cœperit, vel acquiri, si causæ externæ cessent, per se ipsum ab ipso corpore, & non potius quivis alius e statibus expressis per rectas inclinatas, vel per quasvis alias curvas.

89. At in motu accelerato, inquit *Eulerus*, corpus *ex quiete pervenisse censendum esset*, in motu retardato *ad quietem inclinaret*, quod fieri nequit, *quia corpus semel quiescens perpetuo quiescere deberet*. In primis si curva celeritates exprimens pro asymptoto habeat rectam exprimentem tempus, ad eam semper accedens, cum ea nunquam congruens, vel ultra eam perpetuo sinuata jam recedat jam accedat per vices; fieri sanè potest, ut per utranque infinitam æternitatem motus habeatur perpetuo retardatus, vel perpetuo acceleratus, vel acceleratus, & retardatus per vices, manente statu per eandem curvam in se simplicissimam expresso, quin unquam celeritas extinguatur. Deinde si curva illa contigerit alicubi axem, vel etiam secuerit; haberetur quidem decrementum celeritatis factum ultra quoscunque limites, & in puncto quodam temporis celeritas nulla, sed quies vera non haberetur; quia ad quietis ideam pertinet, ut corpus aliquo continuo tempore nullam habeat celeritatem, & idem spatii punctum occupet; quod quidem in eo casu nequaquam contingeret, nulla enim continua pars curvæ celeritatem exprimentis congrueret cum recta exprimente tempus, adeoque nullo continuo tempore celeritas cessaret, sed ea esset nulla in puncto temporis, ex quo quies non habetur. Quare etiam si transmittatur septima *Euleri* pro-

por

positio, cum ejus corollariis, in quibus statuit corpus, quando aliquando absolutè quiescit, semper antea absolutè quievisse, & quietarum, ac corpus semel motum non posse quietem assequi, nisi causa externa in illud agat;adhuc tamen propositio octava de motus uniformitate conservanda nullo modo probari potest.

90. Quod verò de rectilineo motu additur, necessariò vel conservando, vel acquirendo a corpore in infinito vacuo posito, id verò a nobis æquè improbatur. Recta linea est una ex infinitis lineis,quæ omnes, utcunque in sese redeant, utcunque quoquoversus, quotcunque vicibus inflectantur,in se ipsis sunt omnes æquè simplices ac rectæ; licet nobis recta ipsa simplicissima appareat. Et quidem rectam lineam apparere simplicissimam arbitramur iis tantum, qui in intima quædam, atque abdita secretioris, atque profundioris Geometriæ arcana, ac penetralia nondum irruperint. Cæterum recta linea ipsa Infiniti notionem quandam involvit, quæ humanæ mentis aciem prorsus excedit. Integram hic quidem locus, & quidem fusiorem dissertationem requirit, quam nostris Sectionum Conicarum elementis maximâ jam ex parte diggestis, & ultimam tantummodo manum desiderantibus reservamus inter alias multas, qua miram Locorum Geometricorum indolem, miram transformationem, & nexum, & Infiniti arcana omnino necessaria, si Infinitum admittatur, at omnem humanum captum longe excedentia proferemus. Illa hic innuemus, quæ maximè ad rem faciunt. In primis Recta linea naturâ suâ utrinque in infinitum excurrit, nec ullos limites habet. Qui terminatam assumit lineam rectam, segmentum loci Geometrici assumit, eodem prorsus pacto, quo qui assumit circuli arcum, segmentum assumit peripheriæ Porrò linea ipsa recta infinita, est quodammodo veluti quædam infiniti circuli peripheria, quæ in infinitâ illa distantiâ quodammodo in se ipsam redit, & velut conjungitur, quod & Parabolæ cruribus, & oppositis Hyperbolæ ramis contingit, & vero etiam omnium geometricorum locorum infinitis cruribus; quæ quidem omnia nusquam interrumpuntur, & si Infinitum admitti possit, in infinitâ,& plerunque hinc inde oppositâ distantiâ conjunguntur inter se invicem, & copulantur: quo pacto, & Parabola, & quidem etiam uterque Hyperbolæ ramus, ab unica quadam & continua Ellipsi non discrepant, si quædam Infiniti mysteria ritè intelligantur, & applicentur.

91. Ut ea, quæ ad rectam pertinent, utcunque animo repræsentemus, sit quidam circulus, cujus quæpiam chorda in infinitum producatur utrinque. Tum manentibus extremis chordæ punctis, & utroque ex arcubus ab eâdem chordâ terminatis bifariam secto, concipiatur perpetuo recedere centrum a chordâ circuli, & circulus augeatur infinitum. Perpetuo circuli arcus hinc inde circa binas intersectiones cum ipsâ chordâ ad chordam accedet, & punctum, quo

minor

minor arcus bifariam fecatur, accedet ad mediam chordam; majoris vero arcûs medium punctum in infinitum recedet. Si circuli centrum concipiatur jam abjisse in infinitum, & circulus infinitus evaserit; abit minor arcus in ipsam chordam, sive in rectam lineam finitam extremis illis punctis inclusam, & punctum medium arcûs ipsius in mediam ipsam chordam. Reliquus major arcus abit hinc inde in reliquum omne infinitæ chordæ tractum extra bina illa extrema chordæ positum, & punctum medium arcûs majoris, in quo arcus ipse flectebat cursum, jam in infinitum ita abiit, ut in eo adhuc in illâ infinitâ nobis prorsus incognitâ distantiâ continuentur quodammodo, & inter se copulentur bina illa veluti crura infinita rectæ lineæ a binis illis extremis chordæ punctis in infinitum producta.

92. Et quidem ea veluti conjunctio quædam sic etiam melius innotescet. Assumatur extra infinitam lineam punctum fixum ad arbitrium, per quod concipiatur transire alia recta pariter infinita, quæ circa illud punctum perpetuo gyret, & perpetuo secet priorem infinitam rectam immobilem. Dum mobilis recta gyrat defigatur mentis acies in illud punctum immobilis rectæ, in quo hæc a mobili secatur. Apparebit statim hoc punctum recedere lentiore quidem motu, ubi mobilis recta ad immobilem perpendicularis est, vel inclinatur in angulis parum a recto differentibus. At inclinatione crescente, crescet intersectionis velocitas, quæ ita recedet; ut rectâ mobili factâ parallelâ rectæ immobili, nusquam inveniatur a nobis, & in infinitâ illâ distantiâ nostræ mentis aciem penitus effugiente delitescat. At pergente motu mobilis rectæ, eâque in oppositam partem inclinatâ, jam illud punctum ex oppositâ parte ex infinitâ distantiâ regreditur. tanquam si Infinitum, in quod abierat, cum Infinito opposito, ex quo regreditur in infinitâ illâ distantiâ conjungeretur; & bina illa crura tanquam bini infiniti arcus infiniti circuli in medio illo puncto, quod in infinitum recesserat, copularentur, atque unicum infinitum quidem, sed continuum geometricum locum efficerent. Et hoc quidem pacto continuato circulari motu mobilis rectæ in infinitum, continuabitur intersectionis excursus per rectam infinitam immobilem. Ea intersectio in singulis revolutionibus rectæ mobilis totam immobilem rectam percurret bis, & bis per infinitum transibit. Videbitur ibi saltus quidam infinitus haberi; sed saltus esse desinet; si hæc prorsus inintelligibilis conjunctio infinitæ distantiæ, quocunque demum pacto concipiatur. Incredibile dictu est, quam hæc infinitæ lineæ in se redeuntis idea quædam, comparandis inter se geometricis locis inserviat, & potissimum Conicarum Sectionum uniformitati cuidam, & proprietatum omnium generalitati intelligendæ, ac determinandæ inserviat.

93. Porro in hæc rectæ lineæ arcana incurrit quodammodo, qui motum in recta linea concipit uniformiter continuatum; licet enim

hoc

hoc motu tranfitus ille per Infinitum haberi non poffit; tamen infinitam rectæ ipfius lineæ extenfionem concipiat neceffe eft, quæ fi fi alicubi abrumperetur, motus per eam continuari non poffet, & punctum illud temporis determinaretur, in quo motus ipfe abrumpi deberet.

94. Hafce difficultates non habet circulus, nec curva ulla in fe ipfam rediens ut Ellipfis. Ipfe quidem circulus infinitis rotationibus in fe ipfum regreditur, nec originem habens, nec terminum; unde fit ut Cyclois ab eo genita infinitas Cycloides motu continuo defcriptas, & fe invicem fuccedentes contineat, quæ omnes unicum geometricum locum continent, quod infinitis aliis curvis ope circuli generatis contingit. Adhuc tamen ex eo ipfo, quod in fe redeat, quod in fe ipfum contorqueatur, finitum tantummodo fpatium amplectens, nufquam in infinitum recedit. Totus mentis noftræ, & vero etiam frontis oculis patet, receffu illo infinito rectæ lineæ, denfiffimis quibufdam ipfius Infiniti tenebris obruto, & viribus noftræ mentis impervio. Quamobrem fi res ritè confideretur, fimplicior potius videri debet circularis motus, quam rectilineus, & circulus, ac curva quævis, quæ in orbem redeat, rectâ ipsâ fimplicior.

95. Hifce autem omnibus illud etiam addendum: errare profecto eos omnes, qui circulum, vel curvam aliam quancunque putant e rectis lineolis conftare. Solent quidem pro rectis lineis ufurpari minimi curvarum arcus, contempto fpatiolo illo, quod inter arcum & chordam intercedit; quod ipfum fi ritè fiat, tuto fit. At funt infiniti cafus, in quibus id ipfum non liceat, & circuli arcus curvarum arcubus fubftitui debent potius quam recta; funt alii infiniti, qui ne circulum quidem patiuntur, & in quibus fubftitutio errores pareret infinitos. Ejufmodi fubftitutio iccirco fit, quia nos multo clariorem ideam habemus fegmenti lineæ rectæ, quam circuli, & circuli quam reliquarum curvarum. Intuemur mentis acie pulcherrimam rectilinei fegmenti proprietatem, qua fit, ut utrâlibet ex parte alteri fegmento fuperpofitum congruat; & quæ inde innumera fanè confectaria fponte fluunt, facili ratiocinatione colligimus. Huic fuccedit circularis arcus, non quidem utrâque ex parte, fed tamen ex alterâ, cum arcu æqualis circuli congruens. Hinc elementa Geometriæ diggeffimus continentia proprietates rectarum & circuli; quæ binis æqualitatis principiis innituntur: Congruentiæ quantitatum, & fubtractioni, vel additioni æqualium ab æqualibus, æqualitate tamen per congruentiam prius determinata. In iis Elementis ad rectas circulum ipfum exigimus: cum recta cæteras omnes curvas comparamus: deviationes a rectilineâ directione tanquam errores quofdam, & evagationes confideramus. Hinc, quæ curvæ à rectis recedunt magis, eas magis compofitas dicimus, & complicatas. Rectitudo eft nobis quædam velut menfura, quædam velut unitas, cum qua cæteros pofitionis modos comparamus.

96. At

96. At curva quævis est ita in se ipsâ simplex, ut nullus ejus arcus cuntinuus utcunque exiguus cum rectâ, vel cum alia curvâ continuâ congruere possit, quod quidem generaliter etiam demonstrari potest. Hinc si quod forte Creaturarum genus aliam curvarum speciem intimius perspiceret; id sanè iis pro mensurâ, vel pro unitate quadam usum, ad eas exigeret, cum iis compararet, & ex earum proprietatibus æstimaret curvas alias, & ipsam rectam: ac rectæ ipsius segmentis infinitè parvis earum videlicet curvarum segmenta substitueret.

97. Hinc jam illud sequitur errare eos, qui censeant idcirco per tangentem rectam debere abire corpus aliquod, cessante actione externâ; quod recta linea sit quædam continuatio arcus curvilinei infinitè parvi. Profecto arcus circuli osculantis curvæ cujusvis arcum infinities magis ad eum accedit circa ipsum osculum, quam recta linea, quæ ipsum ibidem contingit. Et demonstrari facile potest esse curvas curvarum osculatrices, quarum aliæ ad eas infinities magis accedant, quam aliæ; licet nusquam congruant; ac proinde infinitos esse contactuum angulos alios alii minores, *neque novit Natura limitem*: ut *Nevvtonus* de angulis ipsis contactuum affirmavit. Quamobrem quotiescunque a motu curvilineo transiretur ad rectilineum; saltus profecto quidam fieret, multo utique major, quam si ex una curva in alias ipsi finitimas transiretur.

98. Hinc nisus abeundi per rectam tangentem in cirvilineis motibus non ex ipsâ rei in se consideratæ naturâ oritur, nec rei natura postulat motum rectilineum potius, quam curvilineum cujuscunque curvæ: sed ea Naturæ lex est arbitraria, quam nihil obest, quominus pro arbitrio suo mutare potuerit ipse Supremus Conditor, dum rerum seriem ordinaret. Status movendi per rectam lineam, est unus e corporis statibus, ut sunt status movendi per curvam lineam quamcunque. Unum ex hisce statibus præ alio eligere, & unius nobis, quam alterius clariorem ideam ingenerare, id vero, nostrâ quidem sententiâ, Supremi Conditoris fuit. Qui ipse quam potissimum rationem in Mundo sic ordinando secutus fuerit; id vero non quærimus; cum inventuros non speremus. Neque enim infinitæ mentis illius sapientissima, ac divina consilia in hebetem hunc & tam arctis limitibus circumscriptum nostrum animum cadunt. Non adest sufficiens ratio, cur corpus motu aliquo delatum ad dextram potius deflectat, quam ad sinistram. At nec adest sufficiens ratio, cur per rectam pergat: nec adest, cur ad centrum quodcunque accedat potius, quam recedat: nec adest, cur a curvæ cujusvis positione introrsum deflectat potius quam extrorsum.

99. Hinc en quo nos maximè in hisce omnibus propendemus. Materiam naturâ suâ putamus prorsus inertem, nimirum prorsus indiffe-

differentem ad motum, & ad quietem ita, ut & determinatio perseverandi in eodem statu, & electio motus uniformis, ac rectilinei præ aliis, & reliquarum virium omnium impressio pendeant unice a libera quadam voluntate Supremi Naturæ Opificis, qui ut materiam potuit pro liberrimo arbitrio suo creare, ut ipsi libuit, vel non creare; ita etiam potuerit eandem creare cum his conditionibus, & proprietatibus, quas habet, vel cum oppositis prorsus, nullâ iis illatâ vi, utcunque deinde physicè explicandæ sint proprietetes ipsæ, quæ ab unico etiam ipsius nutu, & quadam purè extrinseca lege pendere possent: a quo proprietatum a D. O. M. pro libito suo inditarum numero, ne impenetrabilitatem quidem, atque extensionem excludimus, quas per vires quasdam in minimis distantiis repulsivas exposuimus duobus ab hinc annis in Dissertatione de Viribus Vivis. Atque hoc demum pacto materia erit substantia quædam prorsus iners, & de se *neque quid*, *neque quale*, *neque quantum*; sed Supremi Naturæ Conditoris nutibus prorsus obsequens, & æque ad omnia indifferens. Natura erit aggregatum earum omnium legum, quas pro arbitrio suo idem, dum orbem conderet, sanxit. Naturæ investigatio erit inquisitio in easdem leges, ex phænomenis eruendas, ex quibus cognitis illud utilitatis profluet; ut hujus veluti Reipublicæ cujusdam leges, quibus nos etiam subjecti sumus, habeamus perspectas, ac noxia fugere, & salubria nobis sectari possimus; sed in primis sapientiam illam infinitam, Divinumque Conditoris consilium suspiciamus assiduè, ac veneremur. Nec hoc erit Physicam paucis absolvere, pro singulorum effectuum causis reponendo: *Quia Deus voluit*; ut nec pro causis ipsis in aliorum sententiâ reponi debet, *Quia rerum natura exigit*. Ipsa illa Conditoris voluntas inquirenda est, & illæ ipsæ, quanquam liberæ leges, quibus hæc ordinatissima Universi compages tam aptè inter se cohæret, & donec ipsi libuerit, cohærebit.

100. Et hæc quidem paulo fusius ex Metaphysicis ipsis principiis ad *Eulerianum* argumentum pro inertiâ corporis in vacuo positi. Cum vero ipse id argumentum transfert ad corpus in Mundo constitutum; ejusdem vis omnis manifesto languescit. Habeat corpus in vacuo determinationem quiescendi vel abeundi per rectam lineam; Eam habeat ex ipsâ naturâ, non autem ex liberâ Conditoris lege. Non idcirco sequitur corporis naturam exigere, ut in Mundo quoque quiescat, vel abeat per rectam lineam. Exigentia erit quidem eadem in Vacuo, & in Mundo, sed terminus qui exigitur, erit diversus. In Vacuo positum potest id exigere, ut quiescat in vacuo, & non quiescat in Mundo, & in Mundo pariter positum idem exiget. Ponamus gravitatem mutuam esse ipsi materiæ intrinsecam, & essentialem: in cæteris autem vis inertiæ maneat. Ponamus unicum globum in immenso vacuo. Quiescet, id ejus naturâ exigente. Impleamus

mus Vacuum corporibus Mundum constituentibus; jam corpus illud ipsum versus alia movetur, eâdem illa naturâ, quæ prius exigebat quietem, nunc exigente motum. Hoc pacto etiam omissis iis omnibus, quæ supra ex Metaphysicis principiis attulimus; de inertiâ in vacuo, possemus nostrum Systema tueri admittendo physicos illos orbes, quos num. 71. exposuimus, & dicendo eorum naturam, & naturam inclusorum corporum eam potissimum inertiam respectivam exigere.

101. Ex iis autem, quæ diximus patet etiam quid reponendum sit ad difficultatem secundam num. 84. expositam. Translatio illa spatii Syderei, quam nos admittimus, unicè pendet a Conditoris arbitrio; qui cum vel quietem, vel hunc potius, quam alium quemvis motum potuerit ipsi imprimere; hunc maximé pro libero arbitrio suo impressit. Non erit hic motus Mechanicæ legibus contrarius, cum Mechanicæ constitutio omnis ab ipsius arbitrio pendeat. Non erit simplicitati Naturæ contrarius, cum quicunque curvilineus motus æquè simplex in seipso sit, ac rectilineus. Quod arbitrarius sit, id non obest: quivis alius arbitrarius esset: sed non ex nostro, verum ex Conditoris arbitrio. Nobis arbitrarius non est, cum & Telluris quietem, ut datum quoddam, supposuerimus, & eâ admissâ, eo nos ipsa Naturæ phenomena directâ ratiocinctione deduxerint. Quod infiniti alii motus æquè possibiles sint, id illud tantum requirit; ut nisi aliunde aut quies, aut motus Telluris supponatur, suspensum cohibeamus animum, & cum tam multa Systemata æquè possibilia videamus, nullum præ cæteris admittamus. Sed cavendum sanè in eo casu non quietem potius spatii, quam hunc, quam quemvis alium motum affirmandum. Hunc autem suppositâ Telluris quiete admittendum præ cæteris, naturæ ipsius phænomena, & discursus num. 79. expositus satis evincunt.

102. Cæterum etiam si ex unico Conditoris arbitrio Natura omnis repetenda non sit; Non iccirco nostrum Systema cadit. Translatio spatii e phænomenis Naturæ innotescit, innotescit inertia respectiva; si Tellus quiescat. Has liceret admittere, & harum ope Constitutionem Mundi, & Naturæ phænomena explicare, licet etiam eorundem causam ignoraremus. Sic Tellure motâ, per generalem gravitatem, incognitâ etiam ejusdem causâ, explicantur phænomena; quia ipsam existere directâ ratiocinatione colligitur. Sic ut supra diximus Horologii constitutio ignoratâ, vel dissimulatâ Gravitatis atque Elasticitatis causâ rite explicatur.

103. Hæc quidem diximus, ut cum Tellure quiescente totam *Nevvtonianam* Mechanicam conciliaremus. Illud certè assecuti sumus, ut totam de quiete, vel motu Telluris quæstionem reduxerimus, ad quæstionem methaphysicam de natura vis inertiæ, & de quietæ, vel translatione spatii cujusdam ita, ut Physici omnes effe-

ctus,